

LES MOUVEMENTS OCULAIRES AU COURS DU SOMMEIL PARADOXAL

RECHERCHES SUR LEUR NATURE
ET LEURS MÉCANISMES
CHEZ LE CHAT ET CHEZ L'HOMME

(Travail de l'Institut de Physiologie et du Laboratoire
de Pathologie Expérimentale de la Faculté de Médecine de Lyon)

THÈSE

PRÉSENTÉE

A LA FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON

ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 21 DÉCEMBRE 1964

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MÉDECINE

par

MOURET Jacques

Ancien Elève de l'Ecole du Service de Santé Militaire

Né le 21 Mars 1936 en AVIGNON (Vaucluse)



LES MOUVEMENTS OCULAIRES
AU COURS DU SOMMEIL PARADOXAL

PERSONNEL DE LA FACULTÉ

Doyens honoraires :

MM. J. LÉPINE
H. HERMANN

Membre de l'Institut,
Correspondant de l'Institut.

Doyen :

J.F. CIER

Assesseurs : MM. M. LEVRAT
L. REVOL

PROFESSEURS HONORAIRES

MM. COLLET, GUIART, PATEL, LÉPINE, TRILLAT, MOURIQUAND, MAZEL, GARIN,
GATÉ, MARTIN, GABRIELLE, SANTY, DUCLOS, GUILLEMINET, HERMANN, ROCHET

PROFESSEURS

MM. CIBERT	Clinique urologique
PONTHUS (détaché à Beyrouth)	Physique biologique
DECHAUME	Clinique neuro-psychiatrique et d'Hygiène mentale
CHAMBON	Chimie organique et Toxicologie
WERTHEIMER	Clinique chirurgicale B
PAUPERT-RAVAULT	Clinique médicale B
FROMENT	Clinique et Prophylaxie cardio-vasculaires
CROIZAT	Clinique médicale C
ENSELME	Chimie biologique et médicale
MALLET-GUY	Clinique chirurgicale A
REVOL	Pharmacie galénique
POLLOSSON	Clinique gynécologique
PIGEAUD	Clinique obstétricale
BOURRET	Médecine du Travail
LEVRAT	Clinique médicale A
SOHIER	Hygiène et Action sanitaire et sociale
NETIEN	Botanique et cryptogamie
BERTRAND	Clinique chirurgicale C
BADINAND	Chimie analytique pharmaceutique
DREVON	Pharmacie chimique et pharmacologie
ROCHE	Médecine légale et déontologie
COUDERT	Parasitologie et Pathologie exotique
MOUNIER-KUHN	Clinique d'oto-rhino-laryngologie et d'audio-phonologie
PAUFIQUE	Clinique ophtalmologique
THIERS	Clinique de dermatologie, syphiligraphie et allergologie
BRUN	Clinique de pneumo-physiologie
CREYSSSEL J.	Clinique traumatologique des membres
DARGENT	Clinique carcinologique
GUICHARD	Anatomie pathologique
GIRARD P.	Pathologie générale et expérimentale
LATARJET	Anatomie
PEYCELON	Pathologie chirurgicale
GIRARD M.	Thérapeutique
VACHON	Pathologie médicale
GALY	Physio-pathologie des voies respiratoires
PAPILLON	Radiologie
JEUNE	Clinique infantile et hygiène du premier âge
GONIN	Hydrologie thérapeutique, Climatologie et Ecologie sociale
MONNET	Bactériologie
BANSSILLON	Physiologie et pathologie obstétricales
CHATONNET	Physiologie B
GUINET	Clinique endocrinologique
TRILLAT	Clinique de Chirurgie orthopédique
FREIDEL	Clinique Stomatologique
MARION J.	Clinique de Chirurgie et d'Orthopédie infantiles
DORCHE	Matière médicale et législation pharmaceutique
DUMONT L.	Histologie et embryologie
PERROT	Chimie
CIER J.F.	Physiologie A
PERRIN J.	Thérapeutique chirurgicale et chirurgie opératoire
MICHAUD P.	Clinique de Chirurgie cardiaque
X...	Clinique des maladies infectieuses
X...	Biologie médicale et pharmacodynamie

PROFESSEURS A TITRE PERSONNEL

MM. BERGER	Physique nucléaire appliquée à la médecine
BERTOYE A.	Bactériologie
MANSUY	Neuro-chirurgie
COLLET	Chimie pharmaceutique
SARROUY	Clinique de Pédiatrie
LACROIX	Climatologie
LIARAS	Clinique chirurgicale propédeutique
LECUIRE	Neuro-chirurgie
REVOL	Médecine générale
GOINARD	Thérapeutique chirurgicale
CIER A.	Pharmacie chimique et Pharmacologie

PROFESSEURS TITULAIRES SANS CHAIRE

MM. ROMAN	Parasitologie
FEROLDI	Anatomie pathologique
MORET	Physique biologique

MAITRES DE CONFÉRENCES AGRÉGÉS TITULAIRES

MM. CREYSSSEL R.	Chimie biologique	MM. NAUSSAC	Maladies infectieuses
THIVOLET	Hygiène	REBOUILLAT	Chirurgie générale
GARIN	Parasitologie	ROMAGNY	Pédiatrie
PINET	Electro-radiologie	DELAHAYE J.	Médecine générale
ODDOUX	Botanique et cryptogamie	DELEUZE R.	Anesthésiologie
De SOLLIERS	Chimie analytique	GIRAUD M.	Electro-radiologie diagnos- tic et thérapeutique.
TOLOT	Médecine du Travail	MICHEL	Anesthésiologie
DESPIERRE	Médecine générale	GILLY	Pédiatrie
GUYOTAT	Neuro-psychiatrie	BOUCHET	Anatomie
DESCOTES	Chirurgie générale	ROBERT	Médecine générale
JOUVET	Pathologie expérimentale	R. FRANÇOIS	Pédiatrie et Puériculture
PEYRIN	Physique biologique	COLOMB	Dermatologie
TOMMASI	Anatomie pathologique	FRIES	Médecine générale
BUFFARD	Electro-radiologie	LAMBERT	Médecine générale
LEJEUNE	Méd. gén. et thérapeutique	MICHOULIER	Chirurgie générale
De MOURGUES F.	Stomatologie		

MAITRES DE CONFÉRENCES AGRÉGÉS STAGIAIRES

MM. DUROUX	Anatomie	MM. MALLEIN	Chimie analytique
BRETTE	Thérapeutique	RIFFAT	Hygiène
FAYRE-GILLY	Hématologie	FAUCON	Biologie médicale et phar- macodynamie
GIROD	Histologie et embryologie	FLANDROIS	Physiologie
GRAS	Chimie biologique	VIALIER-RAYNARD	Bactériologie

AGRÉGÉS EN EXERCICE

MM. BURTHIAULT	Obstétrique	MM. SCHOTT	Neuro-psychiatrie
GIGNOUX	Oto-rhino-laryngologie	ALLEGRE	Neuro-chirurgie
GUILLEMIN	Chirurgie générale	CHASSARD	Electro-radiologie
JAUBERT de BEAUCOURT	Chirurgie générale	FAYSSE	Orthopédie
MARION P.	Chirurgie générale	GAILLARD	Oto-rhino-laryngologie
PLAUCHU	Médecine générale	GARDE	Médecine générale
PONT	Médecine générale	HUGONNIER	Ophthalmologie
SAUTOT	Chirurgie générale	KALB	Pneumo-phtisiologie
TRAEGER	Médecine générale	LARBRE	Médecine générale
VIGNON	Médecine générale	MARET	Chirurgie générale
BONAMOUR	Ophthalmologie	MORNEX	Médecine générale
COLIN	Médecine Légale	NORMAND	Médecine générale
De MOURGUES G.	Chirurgie générale	PERRIN A.	Médecine générale
DEVIC	Médecine générale	BETHENOD	Pédiatrie et puériculture
DUMONT M.	Obstétrique	DUMAS	Stomatologie
DURAND	Urologie	GARMIER	Obstétrique
FRANCILLON	Chirurgie Générale	NOEL	Médecine générale
SAUBIER	Chirurgie générale	SCHNEPP	Orthopédie

EXAMINATEURS DE LA THÈSE

MM. J.F. CIER, Président ; P. GIRARD, B. SCHOTT, M. JOUVET, Assesseurs

La Faculté de Médecine de Lyon déclare que les opinions émises dans les dissertations qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend leur donner ni approbation ni improbation.

LES MOUVEMENTS OCULAIRES AU COURS DU SOMMEIL PARADOXAL

RECHERCHES SUR LEUR NATURE
ET LEURS MÉCANISMES
CHEZ LE CHAT ET CHEZ L'HOMME

(Travail de l'Institut de Physiologie et du Laboratoire
de Pathologie Expérimentale de la Faculté de Médecine de Lyon)

T H È S E

PRÉSENTÉE

A LA FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON
ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 21 DÉCEMBRE 1964
POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MÉDECINE

par

MOURET Jacques

Ancien Elève de l'Ecole du Service de Santé Militaire

Né le 21 Mars 1936 en AVIGNON (Vaucluse)



Digitized by the Internet Archive
in 2026

A MES PARENTS

En témoignage de ma reconnaissance et de
mon affection.

A NOTRE PRÉSIDENT DE THÈSE

Monsieur le Doyen J.F. CIER

Professeur de Physiologie à la Faculté de Médecine

Nous avons suivi avec grand profit son enseignement limpide et brillant au cours de nos premières années d'études médicales.

Nous savons tout l'intérêt qu'il porte à la recherche, même éloignée du domaine qui lui est cher.

Nous lui adressons nos hommages respectueux et nos remerciements pour l'honneur qu'il nous fait de juger ce travail.

A Monsieur le Professeur P. GIRARD

Professeur de Pathologie Générale et Expérimentale.
Médecin des Hôpitaux

Il nous a toujours accueilli avec bienveillance dans son laboratoire. Au cours de nos études nous avons pu apprécier la richesse de son enseignement.

Nous le remercions d'avoir bien voulu juger cette thèse et nous l'assurons de notre entier dévouement.

A Monsieur le Professeur Agrégé B. SCHOTT

Professeur Agrégé de Neuro-Psychiatrie.
Médecin des Hôpitaux

Plusieurs stages dans son service nous ont permis de nous initier à la neurologie ; ils furent les meilleurs de notre temps hospitalier.

Nous savons l'intérêt qu'il porte à la recherche fondamentale et au problème du sommeil. Nous le remercions de nous avoir permis d'effectuer des enregistrements de sommeil nocturne sur ses malades.

Qu'il veuille croire à l'expression de notre attachement et de notre gratitude.

A Monsieur le Professeur Agrégé Michel JOUVET

Maître de Conférences Agrégé de Pathologie Expérimentale

Nous lui dédions tout particulièrement ce travail qui n'a été possible que grâce à sa patience, à ses enseignements, à son sens critique, à son indulgence.

Nous lui devons les années les plus enrichissantes et les plus passionnantes de nos études. Après nous avoir conquis par la clarté de son enseignement, il nous a communiqué sa passion pour la recherche, pour la rigueur scientifique, pour le travail.

Chaque instant passé auprès de lui a été un enrichissement humain et scientifique.

Qu'il reçoive ici l'expression de notre profonde gratitude, de notre admiration et de notre respectueuse affection.

A Monsieur Marc JEANNEROD

Interne des Hôpitaux

Ce travail résume en majeure partie les résultats que nous avons obtenus ensemble. Il a été et reste pour nous un ami indulgent qui a su nous éviter bien des erreurs.

Qu'il reçoive ici l'expression de ma reconnaissance et de mon amitié.

A Madame le Docteur Danièle JOUVET

Attachée de Recherches au C.N.R.S.

A Mademoiselle Claude PELEN

Histologiste

A Madame Dominique PILLOT

Aide Technique du C.N.R.S.

A Mademoiselle Marie-Louise De FROMONT

et à tous nos amis du Laboratoire :

MM. les Drs F. MICHEL, M. KLEIN, J.L. VALATX,
P. VIMONT-VICARY, F. DELORME

Qui nous ont aidé dans la réalisation de ce travail.

A Monsieur le Professeur W.C. DEMENT, M. D. PH. D.

Stanford University

Nous tenons à le remercier tout particulièrement pour les encouragements qu'il nous a toujours prodigués et l'autorisation qu'il nous a donnée d'utiliser tous ses documents.

Qu'il soit assuré de notre reconnaissance et de notre attachement.

A Monsieur le Médecin Général Inspecteur BORON

Professeur Agrégé du Val-de-Grâce

Directeur de l'Ecole du Service de Santé Militaire
et de l'Hôpital Militaire d'Instruction Desgenettes

Nous le remercions des libertés qu'il nous a
accordées pour que nous puissions travailler au
Laboratoire de Neurophysiologie de la Faculté
de Médecine.

A NOS MAITRES
dans les hôpitaux militaires

Monsieur le Docteur CAUSSE
Neuro-Psychiatre des Armées

Monsieur le Médecin Commandant RAMEL
Neuro-psychiatre des Armées
Chef du Service de Neuro-Psychiatrie

Dont nous avons été l'interne pendant un an,
et qui nous ont autorisé à effectuer plusieurs
tracés de sommeil sur leurs malades.

INTRODUCTION

L'activité oculomotrice a, de tous temps, été considérée comme critère d'attention, d'éveil. L'homme au regard fixe est supposé « perdu dans ses pensées ou dans ses rêves. »

La motivation première de l'étude du comportement oculaire au cours du sommeil a donc été la recherche d'une position de repos de l'œil, position qui aurait été la cause ou la conséquence du repos des groupes musculaires extrinsèques de l'œil.

C'est en recherchant cette position que les premiers observateurs notèrent la présence de phénomènes moteurs au niveau des globes oculaires, pendant le sommeil. Les premiers à en faire état, furent, en 1877, RAEHLMANN et WITKOWSKI, qui rapportèrent la présence de mouvements oculaires lents, à type d'oscillations, lors du sommeil. Toujours à la recherche de cette position de repos caractéristique, GERNERT, en 1898, étudiant 52 enfants lors des premières heures du sommeil, note chez 3 d'entre eux, la présence de ces mêmes mouvements.

Le point définitif sur ce problème fut le fait de PIETRUSKY qui, en 1922, après une étude portant sur 300 sujets de 12 à 60 ans, définit la position divergente et vers le haut comme la plus caractéristique (46 %). Incidemment, il note la présence fréquente de mouvements oculaires (M. Y.) lents d'un œil ou des deux yeux.

Ces mouvements lents ont été retrouvés 13 ans après par DÉTONI chez 182 des 214 enfants qu'il avait observés. Pour lui, la fréquence de ces mouvements était inversement proportionnelle à la profondeur du sommeil.

Jusqu'en 1953, ces mouvements lents représentèrent la seule forme de motricité oculaire morphéique connue.

C'est alors que les publications de ASERINSKI et KLEITMAN vinrent rompre non seulement ce balancement oculaire, mais aussi la profonde monotonie du sommeil.

Confirmant et complétant les observations des auteurs précédents, quant aux M. Y. lents, ils publient la première description d'une autre sorte de M. Y. qu'ils appellent « Rapides » (M. R. Y), surtout par contraste avec les premiers. Ces M. R. Y. sont très visibles et point n'est besoin de soulever les paupières pour les observer.

Il est étonnant que ces M. R. Y. n'aient point été vus par les auteurs précédents et qu'il ait fallu attendre ces dix dernières années pour les décrire. A ceci l'on peut trouver plusieurs raisons :

— Le sommeil a longtemps été considéré comme quelque chose d'uniforme, du point de vue phénoménologique s'entend, car depuis le mémoire de BERGER (1929) proposant l'étude E. E. G. du sommeil, divers stades électriques avaient été décrits (JASPER, 1937 - LOOMIS et coll., 1937 - BLAKE GERARD et KLEITMAN, 1939), la classification de LOOMIS en 1937 étant la plus communément acceptée.

Se basant sur ce continuum morphéique, les premiers observateurs avaient extrapolé les résultats obtenus pendant les premières heures du sommeil, à l'ensemble de la nuit.

— Qui plus est, observer un sujet toute une nuit durant demande un effort d'attention et entraîne une fatigue importante, la position du dormeur ne permettant en outre qu'une observation partielle des globes oculaires.

— Enfin, et surtout, les premières observations ont été faites en soulevant légèrement les paupières des dormeurs, ce qui ne devait pas faciliter l'évolution normale de leur sommeil, sinon les réveiller complètement.

ASERINSKI et KLEITMAN eurent donc le mérite d'une part d'aller contre la théorie « uniformiste » du sommeil, et d'autre part, de s'aider pour ce faire d'une technique bien appropriée : l'enregistrement oculographique.

Ils rapportèrent donc l'apparition cyclique de périodes de M. R. Y., rapides, symétriques et saccadés, au cours du sommeil, et notèrent que ces périodes étaient associées à un fort pourcentage de souvenirs de rêves si l'on réveillait alors les sujets. En 1955, ils décrivent un « pattern » E. E. G. concomitant, caractérisé essentiellement par une diminution de l'amplitude et, la même année, DEMENT, étudia cette phase du sommeil chez des sujets normaux et schizophréniques.

Avec KLEITMAN il publie, en 1957, un important travail synthétisant les recherches faites jusqu'alors dans ce domaine. Le départ de la course au sommeil et au rêve était donné. Depuis lors, de très nombreux travaux sont consacrés, tant par les physiologistes que par les psychologues, à cette phase du sommeil.

C'est vers le chat surtout, fin de phylum et animal de laboratoire par excellence, que se tournèrent les chercheurs expérimentaux.

KLAUE, en 1939, dans une note totalement oubliée depuis, décrivait chez le chat une phase de sommeil avec hypotonie, mouvements des vibrisses et activité corticale rapide.

DEMENT, en 1958, toujours chez le chat, décrit l'apparition de phases de sommeil avec M. R. Y. et activité E. E. G. rapide qu'il compare aux phases de sommeil avec M. R. Y. observées chez l'homme.

Les travaux les plus intéressants et les plus complets sur les structures responsables de cette phase de sommeil sont ceux de JOUVET qui a délimité, par sections étagées du tronc cérébral (JOUVET et MICHEL, 1960), les structures nerveuses nécessaires à l'enclenchement de cette phase « paradoxale » du sommeil (S.P.). Elles se situent au niveau de ce qu'il est convenu d'appeler « Formation Réticulée Pontique », (partie postérieure du nucleus reticularis pontis oralis et partie antérieure du nucleus reticularis pontis caudalis). Si cette région est détruite par coagulation, les phases de S. P. ne peuvent plus être totalement enclenchées. D'autre part, cette région est suffisante, puisque l'animal mésencéphalique ou pontique chronique présente toujours des phases de S. P. avec ses critères électriques : pointes pontiques groupées en pseudo-fuseaux, toniques : abolition de l'activité E. M. G. des muscles de la nuque, végétatifs : variations cardio-respiratoires, et comportementaux : présence de M. R. Y. et de mouvements des vibrisses (fig. 1).

Quant aux mécanismes, s'ils ne sont certainement pas uniquement neuroniques (une stimulation brève entraîne chez l'animal pontique une phase de S. P. de plusieurs minutes), leur nature cholinergique a été invoquée : blocage des phases de S. P. par l'Atropine.

Si, depuis 1959, la plupart des travaux expérimentaux ont porté sur l'étude des mécanismes et des structures responsables du S. P.,

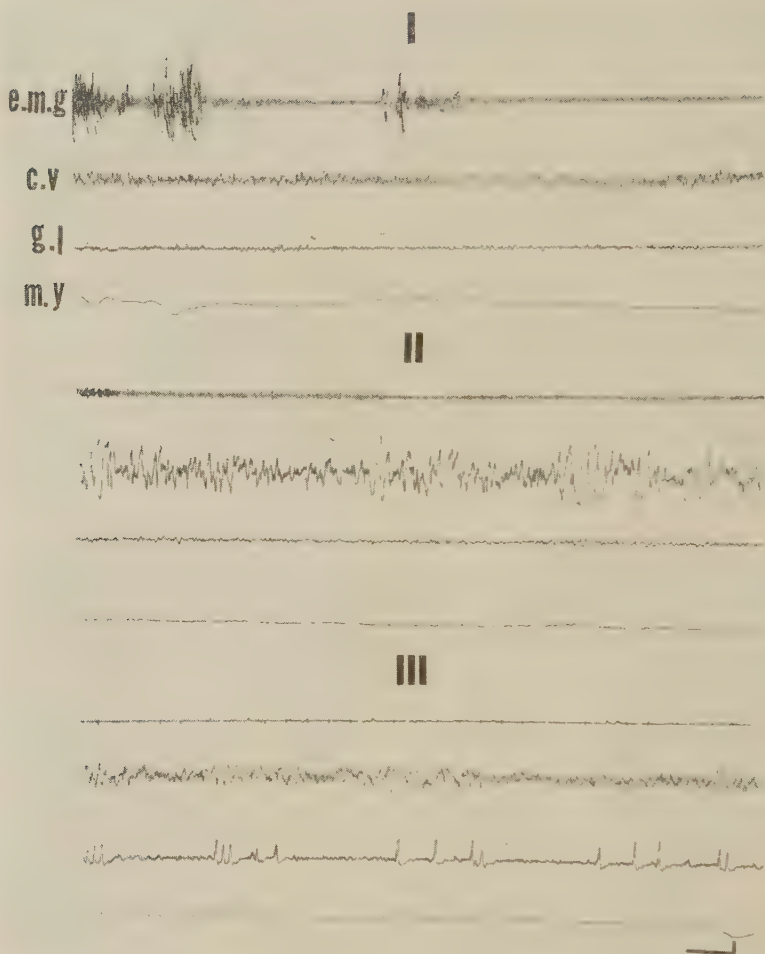


Fig. 1. — Aspect polygraphique des trois états principaux de fonctionnement du Système Nerveux :

E.M.G. : Activité électromyographique des muscles de la nuque.

C.V. : Cortex visuel en enregistrement bipolaire.

G.L. : Géniculé latéral.

M.Y. : Mouvements des yeux.

I. - EVEIL. Activité E.M.G. assez intense, tracé cortical rapide et de bas voltage, présence de mouvements oculaires, activité géniculée rapide et de bas voltage.

II. - SOMMEIL LENT. L'activité EMG est moins intense, le tracé cortical montre des ondes lentes de haut voltage. Noter également l'absence de mouvements oculaires.

III. - SOMMEIL PARADOXAL. Atonie musculaire, apparition sur le cortex visuel de pointes isolées ou en fuseaux. Ces pointes sont également retrouvées au niveau du Géniculé latéral. On note la présence de mouvements oculaires.

ECHELLE : 1 seconde, 50 μ V.

il a fallu attendre ces dernières années pour voir apparaître les premières publications portant sur les phénomènes périphériques.

Notre thèse s'inscrit dans cette évolution qui veut qu'une fois ses éléments principaux établis, un phénomène soit analysé dans ses détails. Elle s'inscrit dans la lignée des thèses du Laboratoire sur les problèmes du sommeil :

B. PELLIN (1960) : Sommeil et « Comas » ;

F. MICHEL (1962) : Le problème Neurophysiologique du Sommeil chez l'animal ;

D. JOUVET (1962) : La phase rhombencéphalique du sommeil, ses rapports avec l'activité onirique ;

M. KLEIN (1963) : Etude polygraphique et phylogénétique des états de sommeil.

J.L. VALATX (1963) : Ontogénèse des différents états de sommeil.

Si la similitude entre S. P. chez l'homme et chez l'animal est pratiquement établie (D. JOUVET, 1962), ses fonctions demeurent encore obscures.

Par contre, la signification éventuelle des M. R. Y. a, elle, fait l'objet de nombreuses études ainsi que nous le verrons au cours de la discussion. Ces études, dans leur majorité ont été réalisées chez l'homme, les conclusions étant que ces M. R. Y. étaient des mouvements d'observation de la scène onirique se déroulant au cours du S. P. (DEMENT, 1964).

Notre but, dans cette thèse, a été d'aborder ce problème de manière aussi objective que possible.

C'est pourquoi elle portera essentiellement sur les résultats obtenus chez l'animal où une étude structurale et l'approche de certains mécanismes de ces M. R. Y. ont pu être réalisées.

Etudier un phénomène demande tout d'abord d'apprendre à le connaître et, pour ce, à le comparer à un phénomène semblable et connu. Au cours de l'éveil, les voies et les mécanismes des mouvements oculaires sont bien établis. Au cours du sommeil, si la plupart des auteurs s'attachaient à noter leur présence ou poussaient leurs conclusions jusqu'à dire que ces M. R. Y. ressemblaient aux mouvements d'observation, aucune étude vraiment

comparative entre ces deux types de mouvements se produisant au cours d'états aussi différents que le sont le sommeil et l'éveil n'avait été réalisée.

Comparer les caractéristiques de ces deux sortes de mouvements quant à leurs vitesses et leur groupement nous a semblé être un bon moyen d'approcher leur signification ; et leur étude en fonction de diverses lésions, une voie d'abord de leurs structures.

LA MÉTHODE ÉLECTRIQUE D'ENREGISTREMENT DES MOUVEMENTS OCULAIRES

L'enregistrement des mouvements oculaires par la méthode électrique est basée sur l'existence du potentiel cornéo-rétinien découvert en 1849 par DUBOIS REYMOND. Cet auteur montra que l'œil était un système polarisé, sa partie postérieure, rétinienne, étant chargée négativement par rapport à la cornée, et que la différence de potentiel, indépendante de l'éclairement, était de 6 mV.

Il fallut ensuite attendre 1935 pour que MOWRER, RUSH et MILLER, travaillant sur le chat, démontrent que ce potentiel cornéo-rétinien était à l'origine des artéfacts dus aux mouvements oculaires, artéfacts qui les gênaient dans leurs recherches sur le potentiel d'action. Ce potentiel persistait en effet chez le chat curarisé dont l'œil était mobilisé de manière passive, donc sans contraction musculaire et, de plus, c'était l'électrode la plus proche de la rétine, et non du muscle, qui était la plus négative. L'origine de ce potentiel n'était donc pas musculaire. La destruction chimique de la rétine abolissant ce potentiel, l'origine rétinienne était ainsi démontrée.

Si l'origine exacte de ce potentiel est toujours discutée, encore que la plupart des auteurs la situe dans la rétine elle-même (NOELL, 1953), son utilisation dans l'enregistrement des mouvements oculaires a, par contre, fait ses preuves.

L'énorme avantage que présente cette méthode électrique est la possibilité d'enregistrer les mouvements oculaires, les paupières étant fermées. D'autres méthodes, en particulier la méthode photoélectrique de RICHTER et PFALTZ (1960) sont plus sensibles mais ne sont utilisables que les yeux ouverts.

Des électrodes placées sur le pourtour de l'orbite, suivant deux axes perpendiculaires se croisant au centre de la pupille, l'œil étant en position intermédiaire, vont permettre de recueillir les variations du champ électrique entre ces électrodes, dues à la mobilisation du dipôle cornéo-rétinien, l'amplitude de la déflexion

sera fonction de l'amplitude du mouvement, la direction de cette déflexion, vers le haut ou vers le bas fonction de la direction du mouvement.

Causes d'erreurs dues à cette méthode.

La fidélité de cette méthode, nous l'avons dit, n'est pas aussi grande qu'avec d'autres méthodes, mais notre étude étant avant tout comparative, relative à d'autres résultats obtenus par la même méthode, cela ne saurait constituer un problème.

Le point le plus important était le suivant : pendant le sommeil, l'enregistrement électro-oculographique (E.O.G.) reflète-t-il bien l'activité oculo-motrice, le potentiel cornéo-rétinien reste-t-il stable pendant la nuit ?

Nous savons que les variations de ce potentiel, chez l'homme, sont associées à l'adaptation à la lumière ou à l'obscurité, au cycle diurne (KRIS, 1957-58) à l'anoxie et à l'acapnie (FEHN et al.). Ces variations sont-elles alors suffisantes pour être responsables de l'absence d'enregistrement de mouvements oculaires au cours du sommeil ?

Les très élégantes expériences de DEMENT (1964) permettent de répondre à cette question : des sujets avaient reçu pour instruction de remuer leurs yeux d'un côté à l'autre de l'orbite immédiatement après avoir été réveillés par une sonnerie. Un certain nombre de sujets a ainsi été réveillé à divers moments de la nuit, alors que l'E.O.G. ne montrait pas de mouvements oculaires. Dans tous les cas les enregistrements ont alors montré la présence de mouvements oculaires dans les quatre secondes suivant le réveil. KRIS ayant montré qu'il fallait 10 minutes d'adaptation pour que le potentiel cornéo-rétinien atteigne sa valeur la plus grande lors du passage de l'obscurité à la lumière, l'auteur conclut donc que le potentiel cornéo-rétinien était présent pendant le sommeil et qu'en aucun cas l'absence d'enregistrement de mouvements oculaires ne pouvait lui être imputée.

D'ailleurs KRIS a montré que le potentiel cornéo-rétinien atteint son niveau le plus bas 10 minutes après le début de l'obscurité, tandis que 25 minutes après il atteint sa valeur maximum qui égale et peut même dépasser le niveau initial.

Les phases de S.P. ne se produisant en général pas avant 2 à 3 heures de sommeil, cette variation peut ainsi être négligée.

CHAPITRE PREMIER

EXPÉRIMENTATION ANIMALE

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Cette étude porte sur 45 chats adultes opérés et implantés aseptiquement sous anesthésie au Nembutal (35 mg/Kg par voie intra-péritonéale).

Après fixation dans l'appareil stéréotaxique de HORSLEY et CLARKE, une large incision médiane, sagittale, de la peau du crâne est pratiquée. Les muscles temporaux sont alors réclinés et le calvarium soigneusement asséché.

— **Les électrodes corticales :** ce sont de fines vis en acier inoxydable fixées à travers l'os, au contact de la dure-mère. Reliées à la prise femelle fixée sur l'animal, par un fil isolé ; elles sont recouvertes de résine acrylique.

— **Les électrodes sous-corticales :** elles sont constituées par 3 fils de nichrome ou d'acier inoxydable, d'un diamètre de 0,3 mm, tressés ensemble. Isolés sur toute leur longueur, ces fils présentent, au niveau de leurs extrémités inférieures, une surface de section taillée en biseau, ces surfaces étant distantes les unes des autres de 0,5 mm. Chaque fil est soudé, au niveau de son extrémité supérieure, à un fil souple identique à celui utilisé pour les électrodes corticales. Les soudures sont isolées les unes des autres par de la résine acrylique, utilisée également pour la fixation au crâne. Ces électrodes sont orientées stéréotaxiquement.

— **Les électrodes oculaires** : elles sont identiques à celles utilisées pour l'enregistrement cortical, leurs emplacements sont indiqués sur la figure 2. Placées ainsi de part et d'autre de chaque orbite, elles permettent l'enregistrement des mouvements oculaires (fig. 2).

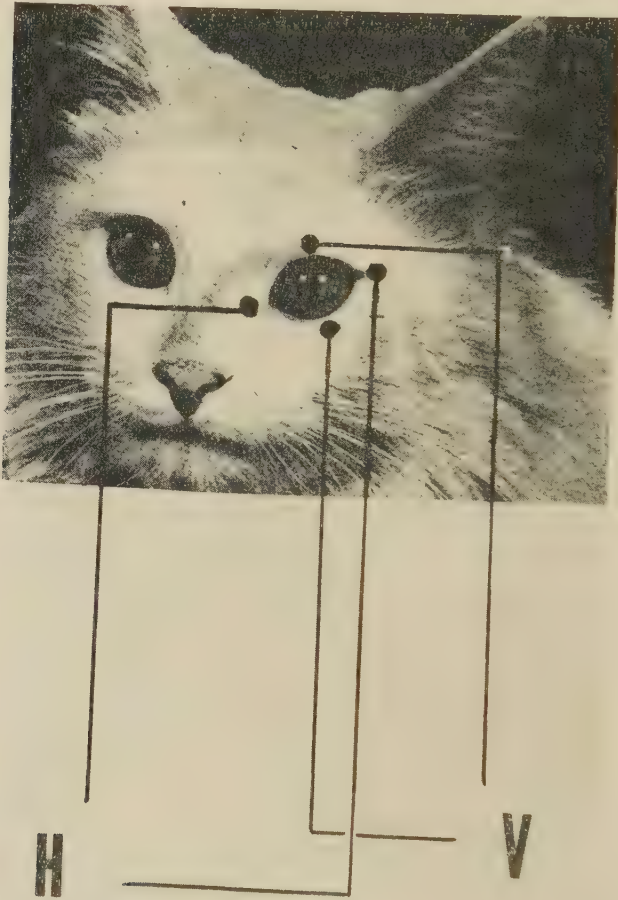


Fig. 2. — Emplacement des électrodes oculographiques chez l'animal.

H : Dérivation correspondant à l'enregistrement des mouvements horizontaux.

V : Dérivation correspondant à l'enregistrement des mouvements verticaux.

— **Les électrodes électromyographiques :** ce sont des fils souples en acier inoxydable traversant les masses musculaires de la nuque et recourbés à leurs extrémités.

— **Une électrode de référence,** de même nature que les électrodes musculaires est habituellement mise en place dans le tissu cellulaire sous-cutané, au niveau d'une oreille.

— **Les électrodes des muscles extrinsèques de l'œil.** Elles sont de même nature que les électrodes sous-corticales. Elles sont mises en place après effondrement des parois supérieure et inférieure du sinus frontal, et extraction de la graisse péri-oculaire. Elles sont fixées à la paroi supérieure de l'orbite qui est alors refermée.

Toutes les électrodes sont fixées à la surface osseuse par de la résine acrylique. Les fils sont soudés à une ou deux prises à 9 fiches, elles-mêmes fixées au crâne au moyen de la résine acrylique. Cette méthode permet d'éliminer certains artéfacts, mais l'emplacement des prises doit être soigneusement choisi en fonction des réinterventions prévues.

Avant la fermeture en 2 plans : muscles temporaux et galéa, la peau étant juste ramenée au niveau du socle des prises, des antibiotiques locaux sont administrés : Pénisulfa si la dure-mère est protégée, ou Soframycine dans le cas contraire.

L'animal reçoit un million d'unités de Pénicilline G. intra-musculaire et du Collyre, ceci pendant les 8 jours suivant l'intervention.

Les animaux sont étudiés dès le surlendemain de l'intervention, pour une durée minimum de 15 jours.

La cage d'enregistrement est une cage vitrée, insonorisée, suffisamment vaste pour que l'animal puisse prendre sa position préférée, et maintenue à une température de 20 à 30 degrés.

Les mouvements des yeux peuvent ainsi être observés, enregistrés ou filmés, les enregistrements sont pratiqués régulièrement, en moyenne 6 heures par jour, sur un appareil à plumes E.E.G. REEGA VIII ou REEGA XV ALVAR.

1) A l'éveil.

Les mouvements des yeux sont enregistrés pendant l'observation visuelle. On soumet alors à l'animal, soit libre, soit la tête fixée, un spectacle standardisé : taches lumineuses mouvantes,

souris blanches, etc... Les potentiels évoqués sont réalisés, l'animal étant dans une position fixe, l'éclairement constant, quelle que soit la position des yeux, maintenus ouverts par des bandes de leucoplast, et le diamètre pupillaire conservé à son maximum grâce à l'instillation d'homatropine.

2) Au cours du sommeil et du S.P.

Les mouvements des yeux sont observés à travers les paupières qui s'entr'ouvrent spontanément ou sont maintenues ouvertes par des bandes de leucoplast, ce qui permet également l'observation du diamètre pupillaire.

Les potentiels évoqués sont réalisés dans les mêmes conditions qu'à l'éveil.

Les mouvements oculaires sont enregistrés avec une constante de temps courte (0,1 m sec.) et un gain de 4 mm pour 50 μ V. Les dérivations corticales sont enregistrées avec la même constante de temps.

Dans un deuxième temps, après une semaine à 15 jours de tracés de contrôle, diverses lésions ont été pratiquées :

— Cérébellectomie.

Elle est effectuée par aspiration en un temps. L'orifice de trépanation occipitale est refermé par une prothèse en résine acrylique.

— Décortication totale.

Effectuée en un temps : après ablation d'un large volet osseux à la fraise et incision de la dure-mère, le néo-cortex est enlevé par section avec une large spatule, puis par aspiration en dehors de la scissure rhinale. Le cortex piriforme et l'hippocampe ventral étant en majeure partie respectés.

L'hémostase est assurée par l'eau oxygénée. Une prothèse acrylique voûtée, prenant appui sur les surfaces de section osseuses est alors mise en place et fixée.

— Décortication occipitale.

La lésion bilatérale est réalisée en un seul temps. Elle s'étend aux aires visuelles primaires et secondaires (aires 17, 18 et 19 ou gyrus lateralis posterior medialis, et suprasylvien posterior et medialis).

— Décortication frontale.

La lésion est pratiquée par section frontale des deux hémisphères au moyen d'une lame, en avant de la suture coronale, le sinus longitudinal supérieur étant respecté.

Les pôles frontaux sectionnés ont été laissés en place dans 2 cas et aspirés dans le troisième.

— Décérébration.

Elle est effectuée en un temps. Après anesthésie au Nembutal, une trépanation découvre la dure-mère que l'on incise et une section transversale du tronc cérébral est effectuée au niveau HORSLEY et CLARKE A2 - A3, au moyen d'un leucotome, en respectant le sinus longitudinal supérieur. Après ablation du calvarium à la pince gouge, le sinus longitudinal supérieur est clipé à sa partie postérieure, après incision de la dure-mère. La partie du cerveau située en avant de la section est aspirée. Au niveau de la base, on découvre le chiasma et l'hypophyse qui est laissée en place ainsi que l'hypothalamus. Une hémostase soigneuse est pratiquée au niveau de l'hexagone de WILLIS en clipant les artères de la base.

Après avoir déposé localement quelques gouttes de Soframycine, la fermeture de la trépanation est assurée par une prothèse acrylique cimentée latéralement aux parois osseuses.

— Coagulations limitées du tronc cérébral.

Deux méthodes différentes ont été utilisées illustrées par les deux sortes de coagulations effectuées :

— Coagulation des colliculi supérieurs.

Après anesthésie au Nembutal, incision de la peau et trou de trépan, une électrode de coagulation, orientée stéréotaxiquement, est introduite au niveau de la structure à léser.

Cette coagulation demande 14 descentes pour chaque colliculus, avec coagulation tous les 2 mm avec un courant de 5 m Amp. pendant 20 sec. A la fin de la coagulation un volet de résine acrylique est cimenté de part et d'autre, en pont, au-dessus du trou de trépan et, la plaie est refermée.

— Coagulation du fasciculus longitudinalis posterior.

Cette coagulation a été effectuée sur des électrodes en place. Après enregistrement de contrôle, un courant de 5 m Amp. est appliqué pendant 10 à 15 secondes sur les électrodes en place, l'animal étant soit anesthésié au Nembutal (35 mg/Kg), soit éveillé, ce qui permet de juger des effets moteurs et végétatifs.

Dans le cas du F.L.P., 2 électrodes tripolaires étaient en place, séparées de 2 mm dans le sens latéral. Plusieurs microcoagulations ont été réalisées d'un côté, de l'autre ; puis entre les deux électrodes, jusqu'à obtention de l'effet recherché.

Exentération orbitaire.

Elle est pratiquée en un temps, sous anesthésie au Nembutal. Après évidement du globe oculaire, les muscles extrinsèques sont réséqués, le nerf optique sectionné après clipage, et l'ensemble retiré. L'énucléation est totale, ne laissant en place aucun muscle extrinsèque.

Les substances pharmacodynamiques.

Les injections sont pratiquées par voie intrapéritonéale :

- l'ATROPINE est injectée à la dose de 1,5 mg/Kg ;
- GAMMA-BUTYROLACTONE à la dose de 50 mg/Kg ;
- L'ESERINE à la dose de 0,025 à 0,050 mg/Kg.

Contrôles histologiques.

Après une survie moyenne de 1 mois, au cours de laquelle des enregistrements quotidiens sont effectués, les animaux sont sacrifiés sous narcose au Nembutal par perfusion de Formol intracarotidien. Les cerveaux sont ensuite coupés et colorés suivant les techniques du bleu de Nissl, de Loyez et du Luxol fast blue.

Les électrodes sont repérées grâce à une petite coagulation effectuée lors de la sacrifice.

L'ANIMAL NORMAL

LES MOUVEMENTS DES YEUX

I. — Phénoménologie

A. - A l'éveil.

Les mouvements oculaires d'observation du chat sont obtenus facilement, mais pendant un temps très court. La faculté que possède cet animal de se désintéresser rapidement du spectacle proposé est en tous points remarquable ; ce fait est important et mérite d'être souligné dès l'abord.

Il faut noter également que, libre, il tend davantage à tourner la tête et les yeux que les yeux seuls.

Les mouvements enregistrés sont des mouvements isolés, bien individualisés, nets, conjugués, rares, exceptionnellement groupés. Le pattern le plus fréquemment rencontré est le pattern d'aller et retour facilement identifiable. Leur apparition ne répond à aucune règle dans leur groupement, leur fréquence et les phénomènes associés, les pupilles étant tantôt en myosis, tantôt en mydriase. Les membranes nictitantes par contre, sont toujours rétractées.

B. - Pendant le sommeil lent.

Les paupières sont en général closes et l'observation des globes oculaires ne peut être réalisée que grâce à des bandes de leuco-plast empêchant la fermeture des paupières.

La position caractéristique des yeux au cours de ce sommeil est un strabisme convergent vers le bas, dans l'immense majorité des cas. Les membranes nictitantes sont très légèrement relâchées, la pupille en myosis peu serré. Les mouvements oculaires sont exceptionnels, en particulier nous n'avons jamais observé de mouvements lents et pendulaires.

C. - Au cours du sommeil paradoxal.

Les mouvements oculaires sont facilement observés à travers les paupières qui s'entr'ouvrent ou sont maintenues ouvertes par des bandes de leucoplast. Ils apparaissent en moyenne quinze secondes après l'activation corticale, ils peuvent précéder l'abolition complète du tonus musculaire des muscles de la nuque. Tantôt isolés, tantôt groupés en bouffées de 5 à 40 mouvements, ils peuvent prendre une allure nystagmiforme. Ils représentent l'un des phénomènes les plus caractéristiques du S.P. (fig. 3).

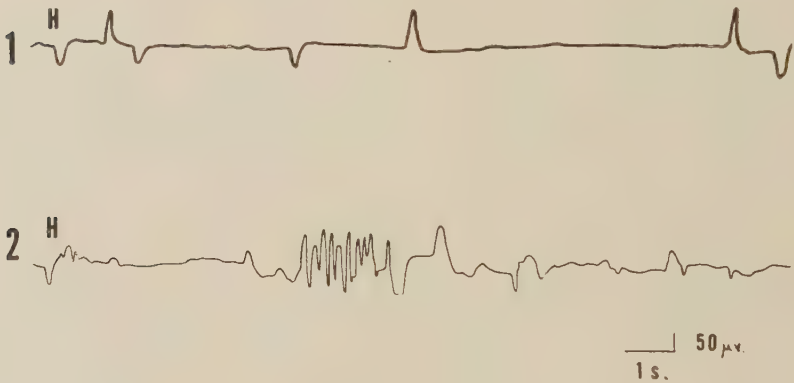


Fig. 3. — Electro-oculogramme des mouvements horizontaux au cours de l'éveil (1) et et Sommeil Paradoxal (2).

Au cours de l'éveil, les mouvements sont nets, bien individualisés, rares.

Au cours du S.P., aspect caractéristique des M.R.Y. avec aspect anarchique des mouvements et présence d'une bouffée.

La pupille est en myosis très serré, mais est parfois sujette à de brèves mydriases lors des bouffées de mouvements.

Les membranes nictitantes sont très relâchées, pouvant de ce fait gêner l'observation des globes oculaires, ce qui a motivé leur résection chez un certain nombre d'animaux.

Nous avons noté la présence de mouvements oculaires disconjugués (3 à 5 %) au cours de ces phases de S.P.

II. — Analyse

A. - Vitesses.

Pour caractériser de manière objective ces mouvements, la caractéristique la moins subjective nous a semblé être leur vitesse. Sur des enregistrements pris à grande vitesse (6 cm par seconde) il est possible de caractériser chaque mouvement pris à part sous la forme approchée de sa pente, le calcul exact de la vitesse angulaire nécessiterait en effet la connaissance de la correspondance entre déflexion sur le tracé et déplacement angulaire de l'œil, ce qui ne peut être réalisé chez le chat.

Nous avons donc été amenés à caractériser chaque mouvement par sa durée, T , en millisecondes, et son amplitude ou déflexion, D , en millimètres, cette dernière restant relativement constante. Ces deux valeurs sont calculées « pic à pic ».

1°) Eveil.

La valeur de ce rapport pour les mouvements d'éveil, calculée sur 500 mouvements est :

$$D/T = 1,98 \pm 0,04$$

2°) S. P.

Il est également possible de calculer, par la même méthode, la pente de mouvements des yeux du S. P. Une étude portant sur 300 mouvements a donné pour résultat :

$$D/T = 1,81 \pm 0,02$$

3°) Comparaison.

La comparaison de ces résultats au moyen du test du Student Fisher donne une valeur :

$$t = 6,1$$

Cette différence porte sur les durées, les amplitudes au cours du sommeil et de l'éveil n'étant pas différentes.

Il apparaît ainsi que les mouvements des yeux au cours de l'état de S. P. ont une pente légèrement inférieure à celle des mouvements des yeux au cours de l'observation visuelle (JEANNEROD et MOURET, 1963).

B. - Groupement.

1°) Eveil.

Il ne nous a pas été possible de trouver un pattern particulier dans le groupement des mouvements des yeux d'observation. Le nombre de mouvements, devant un même spectacle reste bas mais très variable d'un animal à l'autre.

2°) S. P.

a) A l'intérieur du S. P.

Nous n'avons pu mettre en évidence de mode de répartition longitudinal des M. R. Y. au cours du S. P. Ils sont répartis de manière erratique tout au long du S. P.

b) A l'intérieur des phénomènes oculaires.

Nous appelons « groupe de mouvements », toute succession de mouvements oculaires telle qu'il n'y ait entre eux aucune pause ni en position intermédiaire ni en aucune autre position. Sur les tracés pris avec constante de temps, les groupes sont alors caractérisés par la disparition de la ligne de base de l'électro-oculogramme.

Nous distinguerons donc :

- les mouvements isolés,
- les petits groupes (2 à 4 mouvements),
- les bouffées (groupes de 5 mouvements et plus).

Les deux premiers sont rencontrés également au cours de l'éveil, tandis que les bouffées ne sont rencontrées qu'au cours du S. P. et constituent une première caractéristique de l'activité oculomotrice du S. P.

c) Analyse quantitative de ces mouvements.

Divers indices peuvent être utilisés qui rendent compte de l'activité oculomotrice du S. P.

— **L'Indice numérique Global** (I. N. G), ou nombre de mouvements par minute de S. P., renseignera donc sur l'importance de l'activité oculomotrice. Le calcul de cet indice, portant sur les I. N. G. de 360 minutes de S. P. chez 10 chats normaux a donné les résultats suivants :

$$I. N. G. = 78,2 \pm 18,05$$

— **L'Indice de Groupement** (I. G.), ou nombre de bouffées par minute de S. P., dont la valeur est :

$$I. G. = 4,12 \pm 1,27$$

Il renseigne sur la caractéristique majeure des M. R. Y. qui est leur groupement en bouffées.

Ces deux indices présentent des erreurs standards importantes. Les erreurs standards étant moins importantes chez un même animal, ces indices pourront être utilisés chez les animaux ayant subi des interventions après contrôle, mais ne peuvent servir pour des études comparatives d'un animal à l'autre.

La Constante de Répartition Oculomotrice (C. R. O. M.).

Cet indice est le rapport, exprimé en pourcentage, entre le nombre de mouvements compris dans les bouffées et le nombre total de mouvements du S. P.

Sa valeur reste constante non seulement chez un même animal, mais encore d'un animal à l'autre, quel que soit le nombre de mouvements, le nombre de bouffées, la durée du S. P.

Les résultats, portant sur près de 12.000 mouvements sont les suivants :

$$C. R. O. M. = 49,7 \% \pm 3,3$$

Ce résultat peut s'exprimer également ainsi (nous appellerons « isolés » les mouvements isolés et en petits groupes) :

Mouvements « isolés » : 5.883

Mouvements en bouffées : 5.814.

Ce dernier indice, en raison de sa constance d'un animal à l'autre nous a paru représenter le pattern de groupement caractéristique du S. P. Utilisable d'un animal à l'autre, il permettra des études comparatives sur les effets des lésions et des substances pharmacodynamiques sur les mouvements oculaires du S.P. (MOURRET et al., 1964).

Cet indice est donc composé de deux facteurs que nous devons connaître pour pouvoir analyser ses variations. Les mouvements « isolés » et les mouvements en bouffées que nous écrirons respectivement, et en rapportant leur nombre à la minute de S. P. : M. I. m. et M. B. m.

Chez le chat normal, la C. R. O. M. peut donc s'exprimer par l'égalité :

$$M. I. m. = M. B. m.$$

chacun de ces deux indices étant sensiblement égal (la C. R. O. M. étant égale à 50 %) à 1/2 de I. N. G.

Comme pour ce dernier indice, ils ne seront utilisables que chez un même animal.

L'ACTIVITÉ DES MUSCLES EXTRINSÈQUES DE L'ŒIL

Cette activité ne fait pas partie de l'activité musculaire posturale et son étude permettra donc des comparaisons intéressantes entre l'éveil et le S. P. (MICHEL et al., 1963).

Eveil (fig. 4).

Lorsque l'œil est en position intermédiaire, immobile, tous les muscles enregistrés présentent une activité tonique. Si l'animal suit du regard, on observe une très brève bouffée d'Hyperactivité tonique dans les muscles agonistes associée à une très brève diminution d'activité dans les muscles antagonistes.

Sommeil lent.

Il existe une diminution de l'activité tonique dans les muscles droits et obliques, surtout nette dans le releveur. Avec l'approfondissement du sommeil, l'activité tonique atteint un seuil très bas, minimum, dans les muscles droits et obliques, et disparaît au niveau du releveur.

Sommeil paradoxal.

Il est annoncé au niveau des muscles extrinsèques de l'œil, par des bouffées phasiques, unités motrices de 100 à 500 μV , et d'une durée de 20 μm sec. Ces pointes qui tendent à se grouper, précèdent l'activation corticale de 20 à 40 secondes.

A ce moment une activité tonique très particulière persiste, tantôt isolée dans un seul muscle, tantôt retrouvée dans plusieurs

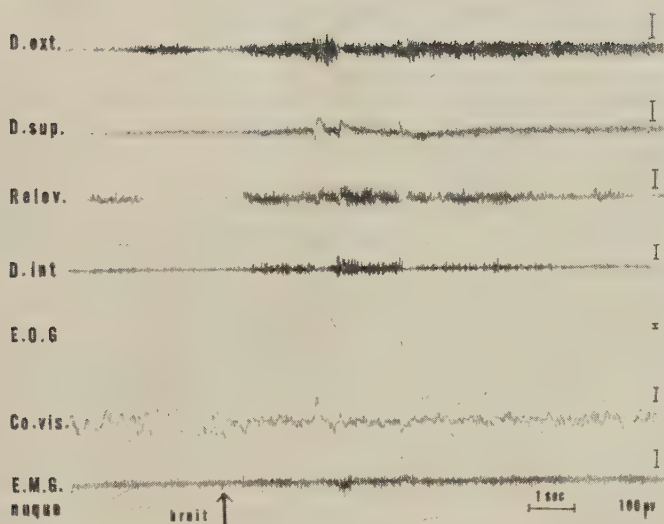


Fig. 4. — Activité de certains muscles extrinsèques de l'œil lors de l'orientation visuelle.

D. ext. : Droit externe.

D. Int. : Droit interne.

D. Sup. : Droit supérieur.

Relev. : Releveur.

E.O.G. : Electrooculogramme.

Co. Vis. : Cortex visuel.

E.M.G. : Enregistrement électromyographique des muscles de la nuque.

On remarque les activités agonistes des muscles Droit externe et Droit interne lors des mouvements oculaires d'orientation après réveil par un bruit. Pendant les ondes lentes ayant précédé le réveil, l'activité des muscles extrinsèques est très pauvre et contraste avec l'activité tonique qui apparaît après le réveil.

* Nous remercions le Docteur F. MICHEL qui nous a autorisé à publier cette figure ainsi que la suivante.

ou tous les muscles, elle adopte parfois le mode antagoniste. Sur cette activité tonique se greffent des « pointes » phasiques qui sont souvent l'amorce d'une recrudescence du tonus de base (fig. 5).

Les bouffées de M. R. Y. sont accompagnées d'une différence dans l'activité tonique qui diffuse à tous les muscles, tandis que les « pointes » tendent à se grouper.

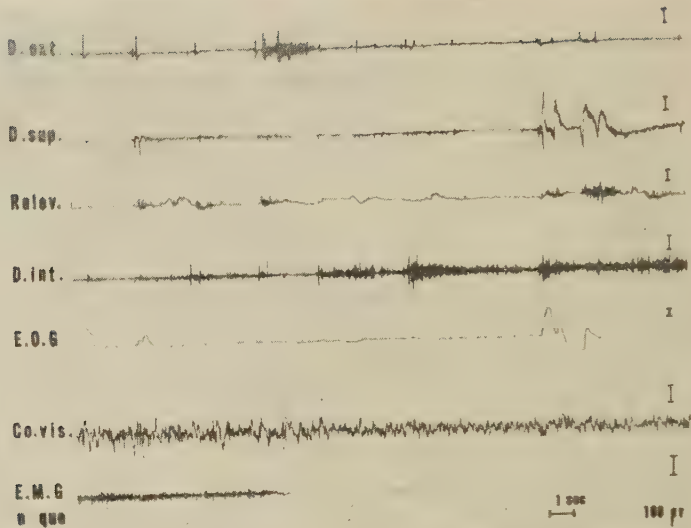


Fig. 5. — Activité de certains groupes musculaires extrinsèques de l'œil pendant les phases de Sommeil Paradoxal.

D. ext. : Muscle Droit Externe.

D. Sup. : Muscle Droit Supérieur.

Relev. : Muscle Releveur.

D. int. : Muscle Droit Interne.

E.O.G. : Enregistrement oculographique.

Co. vis. : Activité du cortex visuel en bipolaire.

E.M.G. : Activité électromyographique des muscles de la nuque.

On remarque les bouffées phasiques précédant l'atonie musculaire complète des muscles de la nuque, ces décharges phasiques isolées se retrouvant de manière synchrone au niveau des muscles antagonistes et au niveau du cortex visuel.

L'ACTIVITÉ ÉLECTRIQUE DU SYSTÈME VISUEL

La similitude entre S. P. de l'animal et de l'homme, et la fréquence chez ce dernier des souvenirs oniriques visuels, par rapport aux autres modes sensoriels, au cours du S. P., laisse supposer que le système visuel doit être sollicité de manière particulière au cours des phases de sommeil paradoxal.

Une activité particulière de pointes monophasiques accompagne en effet le S. P. et a été enregistrée à différents niveaux.

Décrites au niveau du pont, où elles sont le plus souvent groupées en pseudofuseaux (JOUVET et MICHEL, 1960), ces pointes ont ensuite été retrouvées au niveau du Gêniculé latéral (MIKITEN et al., 1960), du noyau du III (BROOKS et BIZZl, 1963), et du cortex visuel (MOURET et al., 1963).

Nous nous contenterons, ici, de décrire cette activité dont nous discuterons plus loin la signification et les problèmes qu'elle pose.

A. - Au niveau du cortex visuel.

Alors qu'au cours du sommeil lent les fuseaux et ondes lentes enregistrés au niveau du cortex sont comparables à ceux enregistrés sur les autres aires corticales, au cours du S. P., l'activité est constituée par un rythme à 20-25 c/s, plus lente que celle du cortex sensori-moteur. En monopolaire, on recueille en outre une activité thêta à 5-6 c/s interprétée comme une activité issue de l'hippocampe ventral sous-jacent.

Sur cette activité se greffent des pointes monophasiques, constantes chez chaque animal. Observées de manière très nette au niveau du cortex visuel primaire, il s'agit de potentiels surface négative, d'une durée de 15 m sec., et d'une amplitude de 100 μ V, suivis d'une phase lente, surface positive, d'une durée de 100 ms et d'une amplitude de 100 μ V. Ces éléments ne sont jamais rencontrés au cours de l'éveil lors des mouvements des yeux.

Ils précèdent, lors de la phase de S. P., les M. R. Y. et l'activation corticale de 20 à 60 secondes. Au cours des phases de S. P., ces potentiels se répètent de manière variable, de 10 à 20 fois par 20 secondes. Tantôt isolés, tantôt groupés en pseudo-fuseaux accompagnant le plus souvent les bouffées de M. R. Y., ils peuvent faire croire à des fuseaux corticaux mais ils n'ont jamais une allure recrutante. Ces éléments ne sont jamais observés au cours de l'éveil alors que l'activité corticale, en bipolaire occipitale, est identique à celle du S. P., et que se produisent les mouvements des yeux (fig. 6).

B. - Au niveau du Gêniculé latéral.

Les pointes apparaissent sensiblement dans les mêmes délais à ce niveau. Elles ont une durée moyenne de 50 ms, une ampli-

tude de 200 à 300 μV , et sont suivies d'une onde lente de polarité inverse, de 150 ms et de 50 μV environ.

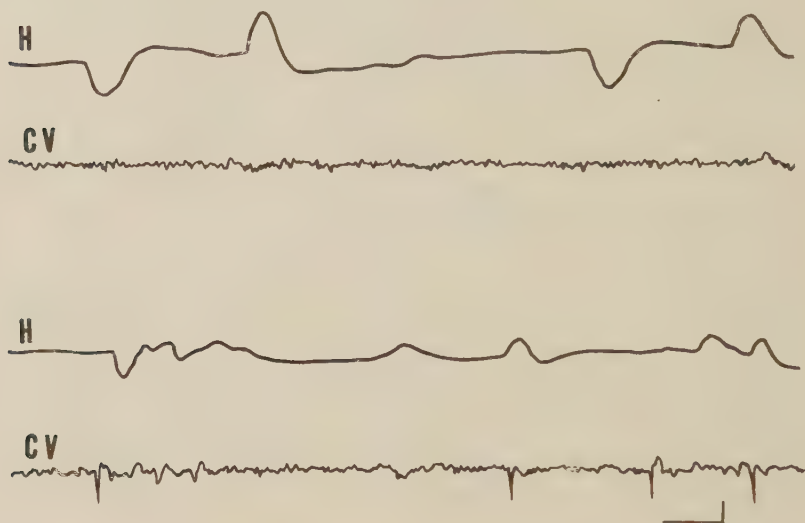


Fig. 6. — Enregistrement des mouvements horizontaux (H) et de l'activité du cortex visuel (C.V.).

En haut : Au cours de l'éveil, où le tracé cortical est rapide et de bas voltage.

En bas : Au cours du S.P., où, sur un fond d'activité rapide et de bas voltage, on note la présence, au niveau du cortex visuel, de pointes spontanées.

Echelle : 1 seconde, 50 μV .

C. - Au niveau du pont.

A ce niveau, les pointes sont également monophasiques, d'une durée de 75 à 100 ms pour une amplitude de 100 μV en moyenne.

D. - Autres localisations.

Nous les avons également enregistrées au niveau du noyau du III, du colliculus supérieur, du faisceau longitudinal postérieur et du noyau vestibulaire inférieur, mais sans pouvoir caractériser leur durée et leur amplitude de manière suffisamment précise.

Un certain nombre de points négatifs intéressants ont été notés, nous signalons en particulier le chiasma.

Notons également la relation qui semble exister entre ces pointes et les décharges phasiques rencontrées au niveau des muscles extrinsèques de l'œil, où les décharges phasiques montrent une

durée de 20 ms tandis que leur amplitude est variable (100 à 500 μ V (fig. 7).

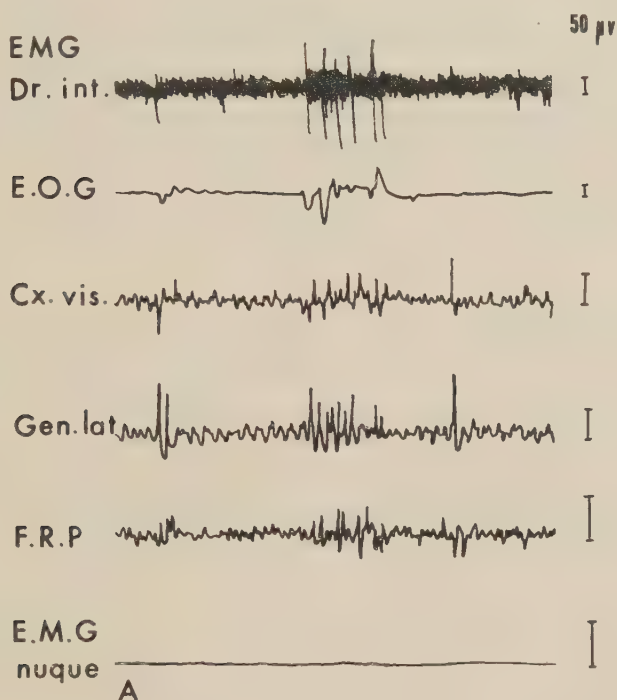


Fig. 7. — Activité de pointes en différents endroits du Système Nerveux au cours du Sommeil Paradoxal (Chat Normal).

EMG Dr. int. : Activité électrique du muscle Droit interne.

E.O.G. : Electrooculogramme.

Cx. vis. : Enregistrement en bipolaire au niveau du cortex visuel.

Gen. lat. : Noyau Géniculé Latéral.

F.R.P. : Formation Réticulée Pontique.

E.M.G. nuque : Activité électrique des muscles de la nuque.

L'ACTIVITÉ ÉVOQUÉE PAR LES ÉCLAIRS LUMINEUX

L'activité évoquée par les flashes a été étudiée au niveau du chiasma et du cortex visuel.

Nous devons faire ressortir les difficultés de cette expérimentation sur des préparations chroniques et alertes, où un nombre

important de paramètres ne peuvent être contrôlés, en particulier l'attention.

Pour obtenir des conditions comparables entre l'éveil et le S. P. l'animal avait la tête maintenue immobile au centre d'un écran hémisphérique illuminé de manière homogène par les flashes lumineux. Les paupières étaient maintenues ouvertes par des bandes de leucoplast et les pupilles en mydriase grâce à l'instillation préalable d'Homatropine. Les conditions d'éclairement étaient donc semblables à l'éveil et pendant le S. P., et quelles que soient les positions des yeux.

Dans ces conditions :

— Au niveau du chiasma, les réponses évoquées ne subissent pas de variations au cours du S. P., en particulier au cours des salves de M. R. Y.

— Au niveau du cortex visuel, par contre, les réponses évoquées subissent une diminution d'amplitude qui porte sur la phase lente secondaire, par rapport à celles enregistrées au cours de l'éveil.

Lorsque les flashes coïncident avec les pointes monophasiques spontanées, la réponse évoquée disparaît totalement (MOURET et al., 1964).

COMPARAISON ENTRE LES ACTIVITÉS OCULOMOTRICES ET ÉLECTRIQUES D'ÉVEIL ET DE S. P. CHEZ L'ANIMAL NORMAL

Les principales caractéristiques des systèmes oculomoteur et visuel peuvent être résumées en un tableau synoptique.

		CONCLUSION			
		EVEIL	S. P.	Idem.	Diff.
		—	—	—	—
MVTS Y.	Pentes	1,98	1,81		+
	Bouffées	0	+		+
	Disconj.	0	+		+
Activité phasique des muscles extrins.		0	+		+
Activité électrique	Spont.	Pointes = 0	Pointes = +		+
	Evoquée	Potentiel évoqué	Potentiel incomplet		+
Nictitantes		Rétractées	Relâchées		+

Il semble donc s'agir de deux activités différentes tant du point de vue moteur qu'électrique. Cette double mise en jeu d'un même effecteur laisse supposer des mécanismes et des structures différents. Des modifications de l'une ou l'autre de ces formes d'activités, éveil et S. P., peuvent donc être envisagées, tant chez l'animal normal au moyen de substances pharmacodynamiques que chez des animaux porteurs de lésions chroniques du système nerveux.

MODIFICATIONS CHEZ L'ANIMAL NORMAL

A. - SUBSTANCES PHARMACODYNAMIQUES

La constatation, chez l'animal, au cours des phases de S. P. de bradycardie, de variations respiratoires, de myosis, de relâchement des membranes nictitantes, associées à l'action inhibitrice de l'Atropine sur l'apparition du S. P. avait fait soulever l'hypothèse d'un mécanisme de type cholinergique (JOUVET, 1962). C'est pourquoi nous avons étudié l'action d'agents anticholinergiques et anticholinestérasiques sur les mouvements oculaires du chat normal. Les résultats dont nous avons tenu compte sont ceux obtenus dans l'heure suivant l'injection.

I. - Action de l'atropine.

Le Sulfate d'Atropine, à la dose moyenne de 1,5 mg/Kg, supprimant l'apparition du S. P., il est nécessaire, pour qu'il puisse se produire, de faire précéder l'injection d'Atropine par l'administration de Gamma-butyrolactone à la dose de 50 mg/Kg, par voie intrapéritonéale (JOUVET et al., 1961). Cette dernière drogue, utilisée seule, ne modifie pas l'activité oculaire de S. P.

Au cours de l'éveil.

Il existe une dissociation entre le comportement de l'animal et son activité électrique corticale (BRADLEY et ELKES, 1953 - WILKER, 1952) et sous corticale, qui est constituée par des ondes lentes et de haut voltage ; l'animal présentant un comportement d'éveil ou de repos. Les pupilles sont en mydriase et les membranes nictitantes sont rétractées.

Les mouvements des yeux d'éveil sont normaux. Les stimulations auditives ou nociceptives n'entraînent pas d'activation corticale.

Au cours du S. P.

L'activité électrique corticale reste relativement lente mais les pointes corticales persistent.

Les M. R. Y. subissent certaines variations résumées dans le tableau suivant :

	Normal	Atropine
ING	86	21,5
IG	4,6	0,8
CROM	51,2	63,2
MIm	44,0	8,0
MBm	42,0	13,5

L'Atropine entraîne donc une diminution de l'activité oculomotrice du S. P. portant sur tous les indices quantitatifs. L'élévation paradoxale de la C. R. O. M. s'explique facilement grâce aux deux indices M. Im et M. Bm qui sont tous deux nettement diminués, mais de manière plus importante sur les mouvements isolés.

Les M. R. Y. sont donc plus rares, mais lorsqu'ils se produisent, ils tendent à le faire sous forme de bouffées dont le nombre moyen de mouvements est plus élevé que chez l'animal dans les conditions normales (16,8 contre 9,1).

L'action globalement inhibitrice du Sulfate d'Atropine semble donc s'exercer non pas sur la complexification des mouvements, mais sur le déclenchement des phénomènes oculomoteurs. Cette action reste limitée au S. P., les M. Y. au cours de l'éveil restant normaux.

II. - ACTION DE L'ESERINE (Sulfate de Physostigmine).

A la dose de 0,025 à 0,050 mg/Kg, par voie intra-péritonéale, l'Esérine ne modifie ni le comportement ni l'activité électrique corticale ou sous-corticale du chat éveillé. En particulier, les M. Y. d'éveil ne sont pas modifiés.

Au cours du S. P.

L'action de l'Esérine sur la motricité oculaire du S. P. peut être résumée dans un tableau :

	Normal	Eserine
ING	86	117
IG	4,6	7,4
CROM	51,2	67,1
MIm	41,9	39,5
MBm	44,1	77,5

Il existe une augmentation de tous les indices principaux. Mais cette augmentation globale est due à une augmentation des bouffées. Il ne s'agit pas d'une incorporation fortuite des mouvements isolés dans les bouffées, puisque le nombre moyen de mouvements par bouffées ne varie pas (9,5/10,4), et que le nombre de mouvements isolés par minute n'est pas touché.

Il semble donc s'agir d'une facilitation des bouffées qui sont plus nombreuses, ce qui explique également, les isolés n'étant pas modifiés, la variation de la C. R. O M.

Nous pouvons donc dire, en résumé, que l'Esérine :

- ne modifie pas les M. R. Y. isolés du S. P.
- facilite l'apparition de bouffées de M. R. Y.

La résultante de ces deux effets s'exprimant par une élévation de la C. R. O. M.

B. - RÉCUPÉRATION APRÈS DÉPRIVATION ÉLECTIVE DE S. P.

La déprivation de S. P. est obtenue en laissant l'animal sur une pierre placée au milieu d'une piscine remplie d'eau, dont le diamètre et la hauteur des parois sont suffisamment grands pour que l'animal ne puisse s'y appuyer ou les sauter.

Dans ces conditions, l'animal peut présenter la phase d'Ondes Lentes du sommeil, mais ne peut enclencher de S. P., l'atonie musculaire entraînant alors une chute dans l'eau.

De nombreuses études ont été réalisées dans le Laboratoire sur la récupération des phases paradoxales du sommeil après de telles déprivations (JOUVET D. et al., 1964) mais l'étude des phénomènes périphériques dans ces conditions n'avait pas encore été faite.

Il nous a donc semblé intéressant d'étudier les phénomènes oculomoteurs après déprivation afin de voir s'il existait, au niveau de cette manifestation périphérique, une récupération, et, dans l'affirmative, si elle était parallèle à la récupération des phases de S. P.

Notre étude porte sur une récupération après 2 jours de déprivation.

Les résultats longitudinaux sont résumés dans le diagramme ci-dessous où les divers indices sont représentés par leurs valeurs obtenues lors des phases de S. P. successives (fig. 8).

Il apparaît ainsi que lors des premières phases de S. P., l'activité oculomotrice subit des modifications assez comparables à celles obtenues après injection d'Atropine.

Cet effet persiste environ 4 à 5 heures, et semble parallèle à la récupération d'un rythme cardiaque normal, l'effet tachycardisant de la déprivation cessant à peu près dans les mêmes délais.

Si l'on peut envisager un mécanisme cholinergique des phénomènes oculomoteurs en fonction des résultats obtenus avec l'Esésine et l'Atropine, ce résultat n'est pas fait pour nous étonner.

Remarquons toutefois qu'il existe une divergence entre récupération des phénomènes centraux (S. P.) et des phénomènes périphériques (M. R. Y), les divers indices des M. R. Y se normalisant alors que la récupération en S. P. n'est pas encore terminée.

Les modifications de l'activité de pointes monophasiques seront rapportées avec l'étude de cette activité dans un chapitre spécial.

Fig. 8. — Diagramme représentant la récupération oculomotrice après 2 jours de déprivation élective de Sommeil Paradoxal.

I.N.G. : Indice Numérique Global.

I.G. : Indice de Groupement.

C.R.O.M. : Constante de Répartition Oculomotrice.

Les valeurs normales de ces divers indices sont délimitées par les traits horizontaux reliés en grisé.

Dans le plan horizontal : valeurs des indices pour les phases de Sommeil Paradoxal successives lors de la récupération, chaque phase étant représentée par les valeurs de ses trois indices.

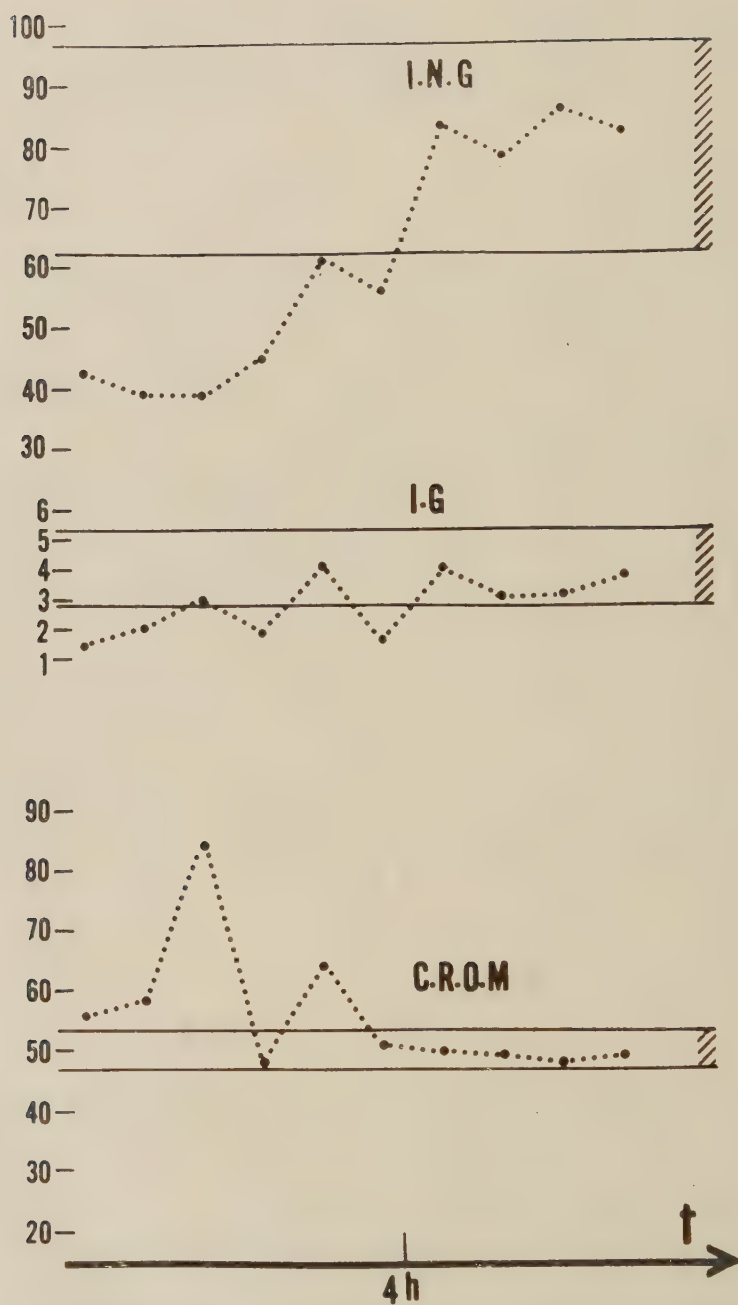


Fig. 8.

EFFET DES LÉSIONS

I. - ANIMAL PONTIQUE AVEC ILOT HYPOTHALAMIQUE

Chez le chat pontique chronique dont un minimum de structure spécifique (noyau du VI), est conservé, les mouvements oculaires sont complètement absents au cours de l'éveil pendant lequel l'activité électrique enregistrée au niveau de la F. R. P. est rapide et de bas voltage. Pendant l'éveil, l'animal présente une rigidité importante.

Au cours des phases de S. P. qui surviennent de manière très régulière et dont la durée moyenne est de 6 minutes, la rigidité disparaît. Le S. P. est annoncé par l'apparition des pointes précédemment décrites, et accompagné par de petites secousses des pattes et des oreilles (JOUVET, 1962).

L'activité oculomotrice persiste sous la dépendance du VI. Les mouvements oculaires sont rares, uniquement latéraux, et le plus souvent isolés (fig. 9 b). Toutefois il est possible d'observer des bouffées sur ces préparations si des structures mésencéphaliques sont conservées. Les résultats présentés sont ceux obtenus 30 jours après lésion.

Les résultats, exprimés en un tableau sont les suivants :

	Normal	Pontique
	—	—
ING	70	26
IG	4	0,3
CROM	50,5	7,5
MIm	35	24,1
MBm	35	1,9

Il existe donc une diminution importante de tous les indices, particulièrement nette sur les mouvements en bouffées. Notons également que le nombre de mouvements moyen par bouffées est très diminué.

Un fait important est la diminution relativement faible des isolés par minute, en particulier par rapport à celle du nombre des mouvements dans les bouffées par minute, ce qui explique la valeur extrêmement basse de la C. R. O. M.

II. - ANIMAL DÉCORTIQUÉ TOTAL

Cette préparation demande, pour être maintenue en bon état général, des soins très minutieux, les animaux décortiqués doivent être nourris par gavage. Ils sont capables de marcher 4 à 5 jours après l'intervention. Ils sont sujets à des crises d'agitation avec marche forcée, mouvements de pédalage, au cours desquelles ils se précipitent contre les parois de la cage.

Ces animaux décortiqués sont dénués de perceptivité visuelle, seules subsistent des perceptions de différences d'intensités lumineuses, cette intégration se faisant au niveau du colliculus supérieur dont l'importance sur le plan perceptif est grande chez le chat.

Au cours de l'éveil. Du point de vue oculomoteur, ces préparations se caractérisent par une absence quasi-totale de mouvements oculaires. Nous n'avons jamais non plus observé la position de strabisme interne et convergent trouvée comme caractéristique du sommeil lent.

L'activité électrique sous corticale ne permet pas de mettre en évidence d'ondes lentes.

Au cours du S. P.

Le mode d'apparition des M. R. Y est très particulier : les mouvements au début sont le plus souvent isolés et peu amples, puis ils laissent la place à des bouffées stéréotypées de 6 à 8 mouvements séparées par des intervalles très réguliers. Des bouffées extrêmement importantes sont également rencontrées qui vont jusqu'à 45 mouvements (fig. 9 e).

Les valeurs des divers indices sont les suivantes :

	Normal	Décortiqué
ING	89	82,5
IG	4,4	4,8
CROM	48,4	58,4
Mlm	46,0	34,3
MBm	43,0	48,2

Le nombre global de mouvements par minute n'est donc pas modifié, cette constance s'expliquant par une diminution, dans les limites de la normale des Mlm, et par une légère augmentation, toujours dans les limites de la normale, des MBm.

Cette dernière élévation résultant du nombre légèrement plus important de bouffées qui comportent un nombre de mouvements moyen, inchangé par rapport à l'animal normal.

La variation de la C. R. O. M. est donc due à la légère modification des deux indices qui la composent, la résultante seule de ces deux variations étant significative.

Des résultats obtenus chez l'animal pontique et chez le décortiqué total, nous pouvons conclure que :

— entre les deux niveaux de lésions se trouve la partie du système nerveux dont le rôle dans la complexification des mouvements des yeux du S. P. est prépondérante.

— le rôle de l'ensemble du néo-cortex est légèrement inhibiteur sur la complexification de ces M. R. Y. en bouffées puisque la C. R. O. M. augmente chez le décortiqué total.

Il semble donc nécessaire de rechercher dans la partie comprise entre ces deux lésions les structures responsables de cette complexification avant d'analyser le rôle de chacune des parties du cortex cérébral importantes du point de vue oculomoteur.

III. - COAGULATION DES COLLICULI SUPÉRIEURS

Parmi les structures mésencéphaliques dont le rôle dans l'oculomotricité est reconnu, les colliculi supérieurs ont une place prépondérante. C'est donc cette structure que nous avons étudiée dès l'abord.

— Au cours de l'éveil.

L'activité électrique cérébrale ne subit pas de modifications par rapport à l'animal normal, tandis que les mouvements oculaires restent plus rares, ceci s'expliquant par l'importance des colliculi supérieurs chez le chat.

— Au cours du S. P.

L'activité électrique demeure normale, les pointes restent présentes dans tous les points du système visuel qui restent intacts.

Les phases de S. P. surviennent normalement, mais les M. R. Y. semblent moins fréquents (fig. 9 c).

Les valeurs des différents indices sont les suivantes :

	Normal	Coagulation
ING	77,1	53,8
IG	3,8	2,3
CROM	49,9	30,8
MIm	38,6	37,2
MBm	38,5	16,6

L'analyse des indices met en évidence une diminution globale de l'activité oculomotrice du S. P. Cette diminution portant également sur la complexification puisque la C. R. O. M. a une valeur de 30,8 %. Cette diminution s'explique en considérant les deux derniers indices, montrant l'abaissement des MBm, les MIm n'étant pas touchés.

La diminution du nombre de mouvements en bouffées résulte du nombre moins important de bouffées et du nombre moins important de mouvements, en moyenne, par bouffée (7,2 contre 10,1).

Le rôle du colliculus supérieur semble donc ne porter que sur la complexification des mouvements, complexification caractéristique des M. R. Y. du S. P.

Un fait important à noter est que les mouvements isolés du S. P. ne sont pas touchés alors que les mouvements d'observation à l'éveil sont moins nombreux.

IV. — DÉCORTICATION OCCIPITALE

Au cours de l'éveil, le comportement est caractérisé par la rareté des mouvements oculaires, la reconnaissance purement olfactive des objets présentés (souris, nourriture, etc...). L'animal reste toutefois capable de distinguer les différences d'intensités lumineuses : il heurtera un fond uniformément clair par exemple et évitera un obstacle sombre placé devant ce fond, ceci s'expliquant par l'intégration colliculaire.

L'activité électrique reste normale tant à l'éveil qu'au cours du S. P. où les pointes monophasiques persistent au niveau du géniculé latéral (BIZZI et BROOKS, 1963).

Au cours des phases de S. P. Contrastant avec la pauvreté extrême des mouvements d'éveil, les mouvements persistent. Les indices sont alors les suivants (fig. 9 d) :

	Normal	Décort. Vis
ING	62,6	39,4
IG	3,8	1,1
CROM	51,1	28,6
MIm	30,6	27,2
MBm	32,0	12,2

L'analyse de ces indices met en évidence les diminutions importantes de l'ING, de l'IG et de la CROM qui est égale à 28,6 %. Le seul facteur en jeu responsable de ces variations est la pauvreté des MBm, les MIm restant intacts.

La complexification peut encore s'effectuer, puisque le nombre de mouvements moyen par bouffée est de 11,0 contre 8,4 avant décortication visuelle ; il semble donc que ce soit la mise en jeu de cette complexification, la facilitation de ce mécanisme qui soit touchée.

V. - DÉCORTICATION FRONTALE

Au cours de l'éveil.

Le comportement oculaire d'éveil a été très différent des autres chez un de nos chats. Alors que chez deux animaux les mou-

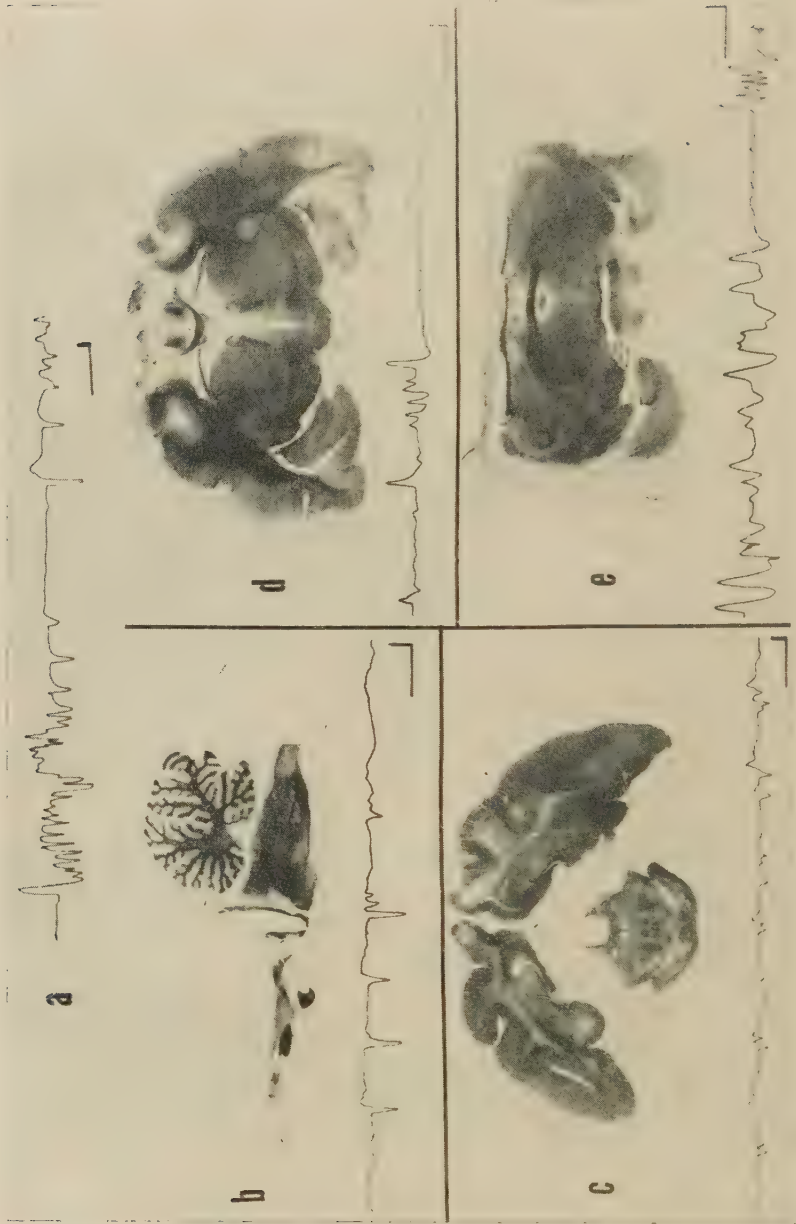


Fig. 9. — Aspect électrooculographique des M.R.Y. au cours du Sommeil Paradoxal chez diverses préparations (1 mois après lésion) :

- a : Chat normal.
- b : Chat pontique avec flot hypothalamique.
- c : Coagulation des colliculi Supérieurs.
- d : Décortication occipitale.
- e : Décortication totale.

Calibrage : 1 seconde, 50 microvolts.

vements d'observation étaient normaux, chez le troisième existant une véritable fixation spasmodique du regard qui pouvait être entraîné dans toutes les directions, sans habitude par un stimulus se déplaçant lentement. Le grasping était tel qu'il nous a été possible de faire tourner l'animal en rond pendant plus de 15 minutes, à la suite des pieds de l'expérimentateur.

Il en résultait, chez cet animal une augmentation considérable des mouvements oculaires pendant l'éveil (fig. 10).

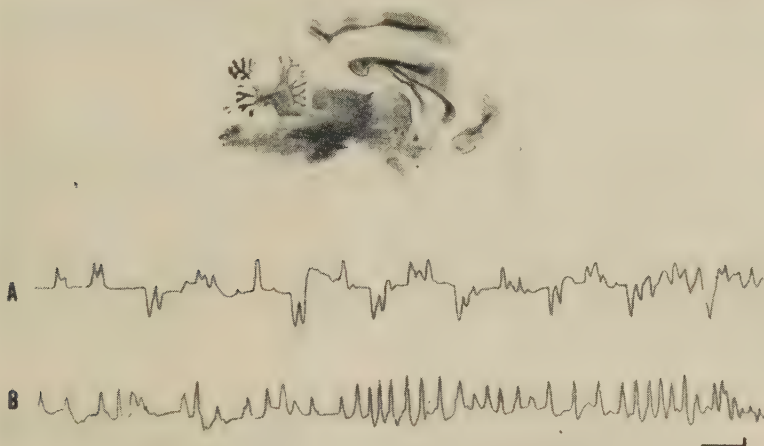


Fig. 10. — Facilitation des mouvements oculaires après lobotomie frontale.

A. - Au cours de l'éveil ; comparer avec la fig. 3 éveil.

B. - Au cours du Sommeil Paradoxal.

Calibrage : 1 seconde, 50 microvolts.

Au cours du S. P.

L'activité électrique reste identique à celle du chat normal avec présence de pointes, au niveau du cortex visuel.

La facilitation des mouvements oculaires a été retrouvée au cours du S. P. chez toutes nos préparations, en dépit des différences au cours de l'éveil. Les indices sont les suivants :

	Normal	Déc. Front.
	—	—
ING	78,2	136,0
IG	4,1	5,2
CROM	49,7	74,0
Mlm	39,4	35,4
MBm	38,8	100,6

Il apparaît donc une augmentation importante de l'ING, de l'IG et de la CROM. L'élévation de cette dernière était due à l'apparition de bouffées en quantité plus importante. Le nombre des bouffées étant lui-même facilité et le nombre moyen de mouvements par bouffées extrêmement important (19,3 contre 9,4).

Ces indices mettent également en évidence que les Mouvements isolés ne sont pas touchés.

L'élévation des indices de groupement (IG, CROM et MBm) après décortication frontale signe l'influence inhibitrice de cette partie du cortex sur la motricité oculaire du S. P.

VI. - LÉSIONS COMBINÉES DES COLLICULI SUPÉRIEURS ET DÉCORTICATION VISUELLE

Ces deux sortes de lésions ayant donné des résultats très semblables sur l'oculomotricité du S. P., il était intéressant d'étudier l'influence de leur association.

Dans un premier temps : décortication visuelle puis coagulation des colliculi supérieurs.

— Au cours de l'éveil.

Après les deux lésions les animaux n'ont plus de mouvements oculaires d'observation, les seuls mouvements, très rares, sont obtenus par stimuli sonores ou autres, et seulement de temps en temps. Les mouvements automatiques sont également abolis.

— Au cours du S. P.

Les indices sont les suivants :

	Normal —	Décort. occi. —	Coagul. coll. sup. —
ING	62,6	39,4	41,2
IG	3,8	1,1	1
CROM	51,1	28,6	22,1
Mlm	30,6	27,2	32,1
MBm	32	12,2	9,1

Leur analyse met en évidence une diminution des MBm, à laquelle on pouvait s'attendre, qui a pour conséquence une valeur très basse de la CROM (22,1 %), **les Mlm n'étant pas touchés.**

La chute de la CROM est toutefois minime lors de la réintervention et semble donc signer le rôle facilitateur du cortex visuel s'exerçant au niveau des colliculi supérieurs.

VII. - LÉSION DU FAISCEAU LONGITUDINAL POSTÉRIEUR (fig. 11)

La lésion obtenue par coagulation sur électrodes en place est facilement visible sur la figure 11.

Avant coagulation, l'activité électrique recueillie au niveau de la lésion la plus médiane, était rapide et de bas voltage au cours de l'éveil, lente et plus ample au cours du sommeil lent, et laissait apparaître une activité de pointes au cours du S. P.

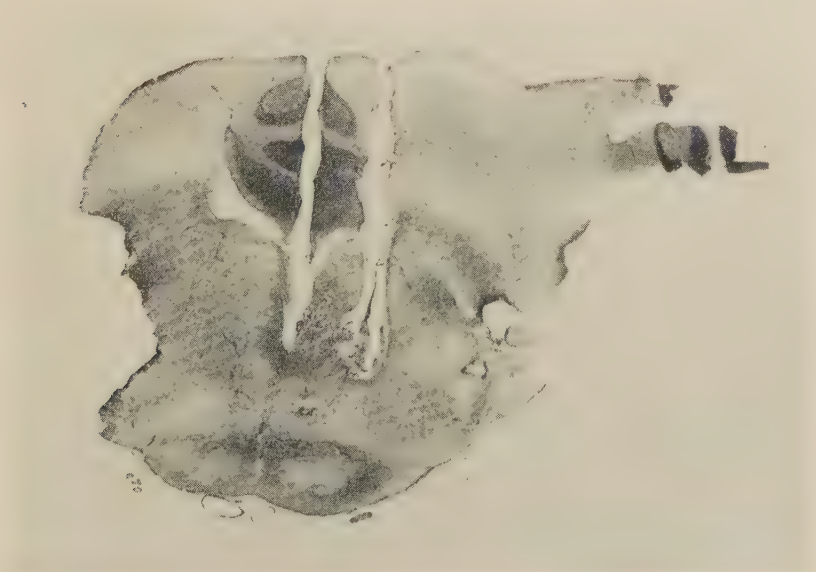


Fig. 11. — Lésion du Faisceau Longitudinal Postérieur. Seule la coagulation sur l'électrode la plus médiane a entraîné des effets sur les mouvements oculaires.

Coupe au niveau du plan AP - 3,5. Coloration : Bleu de Toluidine.

Après coagulation :

- les mouvements horizontaux d'éveil étaient abolis ;
- l'activité électrique corticale n'avait subi aucune modification majeure ; au niveau du cortex occipital les pointes de S. P. persistaient inchangées dans leur distribution et leurs caractéristiques individuelles ;
- les M. R. Y. du S. P. étaient rares, pauvres, très proches de ceux de l'animal pontique chronique. En particulier nous avons enregistré et observé quelques très rares bouffées de M. R. Y. horizontaux.

Il semble intéressant de noter l'évolution de l'activité électrique au niveau de la zone coagulée.

Dans les cinq premiers jours suivant la coagulation, l'activité était pratiquement abolie.

Puis nous avons vu se développer une activité thêta, apparaissant au cours du S. P., qui est allée s'amplifiant jusqu'au sacrifice de l'animal.

POINT D'IMPACT

DES SUBSTANCES PHARMACODYNAMIQUES

Après avoir étudié l'action de l'**Esérine** chez l'animal normal, rechercher la persistance des modifications dues à cette substance dans les diverses préparations pouvait permettre de localiser son point d'impact sur le système oculomoteur.

L'action inhibitrice de l'**Atropine** sur le déclenchement du S. P. est tellement importante que nous n'avons pu obtenir, sur les diverses préparations, des phases de S. P. de manière régulière, même après injection préalable de gamma-butyrolactome.

Les résultats obtenus ont été les suivants (tableau) :

	Pontique		Décort. Tot.		Coag. coll. sup.		Décort. vis.	
	Cont.	Esér.	Cont.	Esér.	Cont.	Esér.	Cont.	Esér.
ING	53,8	60,3	39,4	42,9	26	28	82,5	106,8
IG	2,3	3	1,1	2	0,3	0,3	4,8	6,7
CROM	30,8	44,7	28,6	33,3	7,5	8	58,4	57,0
MIm	37,2	37,3	27,2	28,6	24,1	25,8	34,3	45,9
MBm	16,6	27,0	12,2	14,3	1,9	2,2	48,2	60,9

(Nous n'avons pu obtenir de S. P. sous Esérine chez le chat frontal).

La mise en évidence des actions de l'Esérine peut se synthétiser en un tableau synoptique.

	Pontique	Déc. tot.	Coll. sup.	Déc. vis.
ING	0	+	+	0
IG	0	+	+	±
CROM	0	0	+	+
MIm	0	+	0	0
MBm	0	+	+	±

Les premières données de ce tableau sont :

— que les MIm ne sont facilités que chez le décortiqué total où l'on note également une augmentation des MBm.

— que l'ésérine n'a aucun effet chez l'animal pontique, ce qui permet d'éliminer une action directe sur le noyau du VI et les muscles extrinsèques de l'œil.

Ce même manque d'action, alors que l'apparition de S. P. est facilitée, permet surtout d'éliminer une mise en jeu par action intercentrale ou éphaptique du noyau du VI, très proche du R.P.C.

— chez le décortiqué total, les MIm et les MBm sont également augmentés par l'Esérine, l'action sur le cortex semblerait donc s'exercer également sur le cortex frontal et occipital, bien que l'action sur l'animal sans cortex visuel soit peu nette.

Mais nous remarquons également que les actions de l'Esérine sur les préparations sans colliculus ou sans cortex visuel sont très proches.

L'action maximum de l'Esérine se retrouvant chez les animaux sans colliculi et décortiqués totaux ; l'animal pontique n'étant pas sensible à l'Esérine du point de vue oculomoteur, il est donc logique de penser à une action sur la zone colliculo-mésencéphalique à partir de laquelle il est possible d'évoquer des mouvements oculaires par stimulation (SZENTAGOTHAÏ, 1950).

CONCLUSION :

STRUCTURES SPÉCIFIQUES DES M R Y. DU S. P.

I. - MODIFICATIONS COMPARÉES DES MOUVEMENTS OCULAIRES D'ÉVEIL ET DU S. P.

— Présence ou absence de mouvements oculaires :

	M. Y.	
	Éveil	S. P.
Pontique	0	+
Décort, tot.	0	+
Colliculectomie	0	+
Décort, occipit.	0	+
Lobot. frontale	+	+
Modification pharma- co. chez le normal	0	+

Ce tableau résumant les résultats obtenus permet donc de conclure à une différence de structures et de mécanismes entre les M. R. Y. de S. P. et d'éveil.

ORGANISATION DES STRUCTURES IMPLIQUÉES DANS LES M. R. Y. DU S. P.

1. - Chez le chat pontique chronique dont un minimum de structure oculomotrice est respecté, les M.R.Y. persistent au cours des phases de S. P., bien que moins fréquents que chez l'animal normal, en particulier en ce qui concerne les mouvements en bouffées.

La partie caudale du tronc cérébral apparaît donc comme suffisante à la mise en jeu des M. R. Y du S. P. Cette mise en jeu restant elle-même secondaire à la mise en jeu et à l'enclenchement du S. P.

Par ailleurs certains résultats permettent de penser que la région pontique jouerait un rôle déterminant dans l'oculomotricité :

— La stimulation, chez le chat décérébré, de la partie située en avant du noyau du VI, peut entraîner des mouvements des yeux (FAULKNER et HYDE, 1958). Il existe donc à ce niveau, à défaut d'un véritable « centre » des mouvements latéraux (centre parabducens) (CROSBY, 1953 - CARPENTER et al., 1963), une zone responsable de ces mouvements et sous la dépendance, à l'éveil, de structures sus-jacentes.

A ce niveau se projettent également les noyaux vestibulaires (CROSBY, 1953), dont le rôle dans le contrôle de l'oculomotricité est bien connu et démontré par les expériences de stimulation (CROSBY, 1953 - HYDE et ELIASSON, 1957 - FAULKNER et HYDE, 1958 - SHANZER et BENDER, 1959), et de mise en évidence de leurs connections avec les noyaux oculomoteurs (HYDE, 1962).

Le point de départ exact de ces M. R. Y. du S. P. est difficile à mettre en évidence, les destructions électives des structures pontiques qui pourraient être en cause s'avérant très problématiques.

Parmi ces structures, les noyaux vestibulaires dont les rapports avec l'oculomotricité sont bien connus, semblent à première vue intéressants.

En effet BIZZI et al. (1964) ont montré qu'il y avait au cours du S. P., une augmentation de l'activité des neurones vestibulaires. Cette hypothèse est évidemment intéressante à envisager bien que la plupart des structures nerveuses présentent également une augmentation d'activité au cours du S. P. (EVARTS, 1960 - ARDUINI, 1963 - HODES, 1964).

Il convient en outre de signaler que des lésions électives du noyau du VI n'ont pu être réalisées ; des lésions à ce niveau détruisant la partie antérieure du noyau reticularis pontis caudalis et le noyau tegmenti pontis, si elles laissent persister seulement les mouvements verticaux d'éveil, suppriment également l'enclenchement des diverses activités accompagnant le S. P. et laissent donc le problème non résolu.

Nous pouvons toutefois parler de mise en jeu pontique des M. R. Y. du S. P., les mouvements des yeux au cours de l'éveil restant absents dans ces préparations.

2. - Rôle du mésencéphale.

La différence importante de complexification entre les M.R.Y. de l'animal pontique et de l'animal décortiqué, nous avait incité à détruire les colliculi supérieurs. Si cette lésion diminue la CROM, un certain degré de complexification persiste qui laisse supposer l'action d'autres structures mésencéphaliques dans la complexification des M.R.Y. des phases de S. P.

Le rôle de la région ventrale a été bien étudié au cours de l'éveil par SZENTAGOTHAÏ (1950), qui a obtenu des réponses motrices oculaires par stimulation des noyaux de DARKSCHEWITSCH, du noyau interstitiel, de la formation réticulée mésencéphalique.

FAULKNER et HYDE (1958), ont également obtenu, chez des chats décérébrés, des mouvements oculaires par stimulation de la F. R. M., de l'aire prétectale et du tegmentum mésencéphalique ventral.

Par ailleurs, des images de dégénérescence, après destruction des colliculi supérieurs, ont été retrouvées par SZENTAGOTHAÏ (1950) dans ces mêmes structures mésencéphaliques, sans atteinte des noyaux oculomoteurs. Des résultats similaires ont été obtenus par ALTMAN et CARPENTER (1961).

Il existe donc, entre les colliculi supérieurs et les noyaux oculomoteurs, des interneurons situés dans une vaste zone non spécifique et en rapport avec les mouvements oculaires. Cette zone apparaît comme importante dans la production des patterns oculomoteurs spécifiques du S. P., c'est-à-dire les mouvements en bouffées.

3. - Rôle des aires oculomotrices corticales.

Leur rôle est bien connu pour les mouvements oculaires d'éveil. Au cours du S. P., si la décortication totale a un effet facilitateur certain bien que peu important, il est possible de le comprendre en considérant ses deux composantes majeures : le cortex occipital facilitateur et le cortex frontal inhibiteur, de manière intense, de la complexification en bouffées.

Ces effets ont d'ailleurs été bien étudiés au cours de l'éveil :

— la stimulation électrique du cortex occipital (WALKER et WEAVER, 1940 - CROSBY, 1953-1960 - ELIASSEN et al, 1957 - WAGMAN et al., 1958), entraîne des mouvements oculaires conjugués dont la direction est en relation étroite avec la zone stimulée.

L'ablation de ce même cortex, par contre, abolit le nystagmus optokinétique et réduit considérablement les mouvements des yeux au cours de l'éveil (WAGMAN et al., 1958), ainsi que nous l'avons également constaté.

La stimulation électrique de l'aire frontale (aire 8), (voir réf. in CROSBY, 1953), entraîne également des déviations oculaires conjuguées. La destruction bilatérale des lobes frontaux augmente la réponse optokinétique du lobe occipital (HENDERSON et CROSBY, 1952), ceci mettant en évidence le rôle dominant des lobes frontaux sur les lobes occipitaux (CROSBY, 1953). Le même effet facilitateur des mouvements des yeux au cours de l'éveil a

d'ailleurs été retrouvé chez un de nos chats, sans que nous puissions préciser si cet effet était dû à une lésion du striatum (METTLER F.A. et METTLER C.C., 1942).

Les rôles respectifs de ces deux parties du cortex étant ainsi mis en évidence, leur point d'action reste à définir.

— Le rôle facilitateur du cortex occipital pourrait s'exercer par l'intermédiaire des colliculi supérieurs et du mésencéphale.

Nous avons vu en effet que la destruction des colliculi après décortication occipitale ne modifiait pratiquement pas les patterns oculomoteurs obtenus après la première lésion. De plus, la destruction des aires visuelles occipitales entraîne des signes de dégénérescence au niveau des colliculi supérieurs (stratum griseum intermedium), des noyaux réticulaires mésencéphaliques (WALBERG, 1957 - BERESFORD, 1960), ainsi que dans les noyaux réticulaires du tegmentum protubérantiel, en particulier au niveau du noyau reticularis pontis caudalis (ESCOBAR et al., 1963). Cette même destruction n'entraîne par contre aucun signe de dégénérescence neuronale au niveau des noyaux oculomoteurs.

CROSBY et HENDERSON (1948) ont d'ailleurs mis en évidence des petits faisceaux de fibres corticotectales se projetant à partir des aires 18 et 19 sur les colliculi supérieurs et de là, par l'intermédiaire d'un tractus, sur les noyaux oculomoteurs.

Ces descriptions anatomiques ont été renforcées par la découverte de potentiels enregistrés dans le colliculus supérieur après application de strychnine sur l'aire 19 (PETERSON et HENNEMAN, 1948).

— Le rôle inhibiteur du cortex frontal ne semble pas s'exercer par l'intermédiaire d'un relai occipital comme au cours de l'éveil (VON BONIN et al. 1942). S'il en était ainsi, un animal sans cortex visuel aurait une C. R. O. M. au moins égale à celle de l'animal décortiqué, ce qui n'est pas le cas. L'inhibition frontale semble donc s'exercer au niveau de la zone colliculo mésencéphalique, lieu de complexification des mouvements oculaires.

Il faut noter également que les actions corticales sur les mouvements « isolés » du S. P. semblent extrêmement peu importantes, pour ne pas dire nulles.

Ces résultats permettent donc de concevoir schématiquement l'organisation des M. R. Y. du S. P. au point de vue structural (fig. 12).

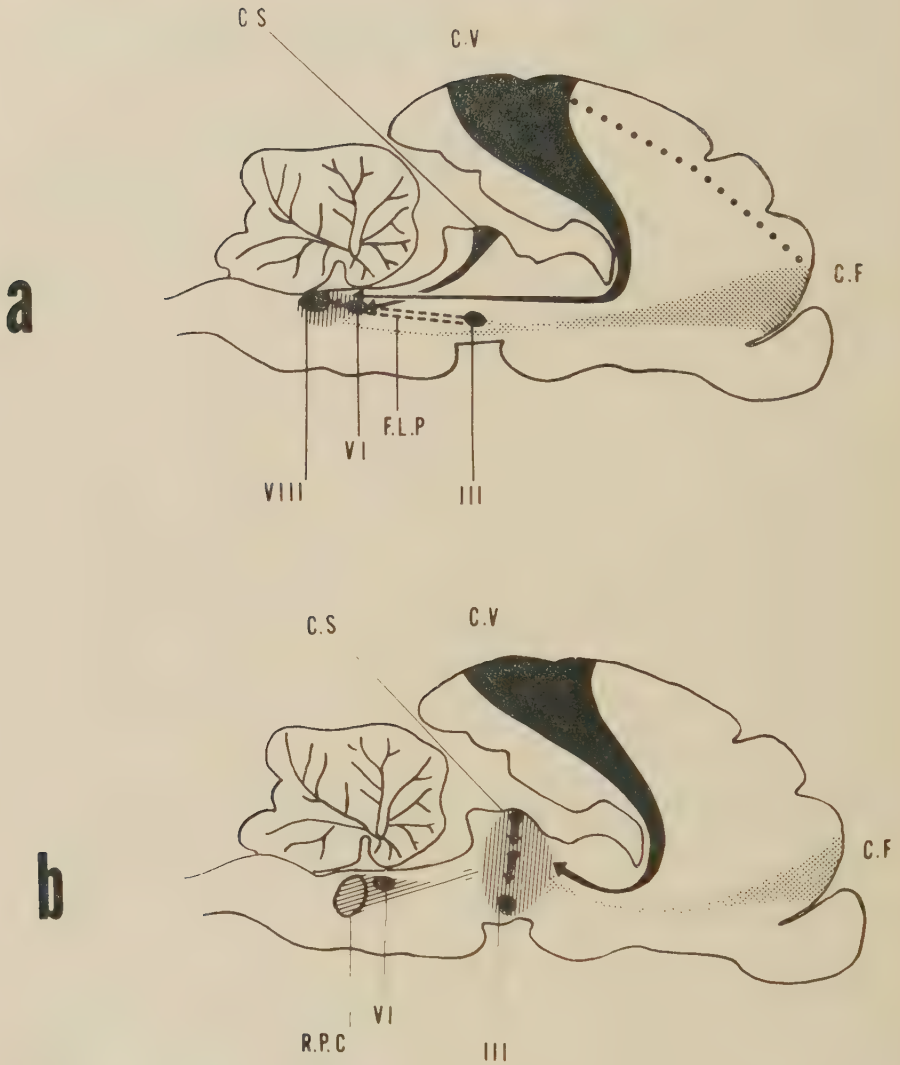


Fig. 12. — Représentation très schématique de l'organisation des mouvements oculaires :

a) Au cours de l'éveil : le déclenchement cortical et les modulations corticales facilitatrice (en noir) et inhibitrice (en grisé), s'exercent au niveau du pont.

b) Au cours du S.P. : la zone de déclenchement des mouvements oculaires est située au niveau du pont, et les actions corticales s'exercent sur une zone mésencéphalique.

C.F. : Cortex Frontal.

C.S. : Colliculus Supérieur.

C.V. : Cortex Visuel.

F.L.P. : Faisceau Longitudinal Postérieur.

R.P.C. : Noyau Reticularis Pontis Caudalis.

1. - Les mouvements « isolés ».

Les seules structures importantes pour la production et la mise en jeu des M. isolés se trouvent au niveau du pont. Le rôle du cortex est négligeable ;

2. - Les mouvements en bouffées.

La zone de déclenchement semble se situer au niveau du pont, mais le point de départ exact ne peut encore être défini. En particulier, le noyau du VI se trouvant très proche du R.P.C., la coagulation élective de l'une ou l'autre de ces structures pose de gros problèmes.

Parmi les structures se trouvant dans cette région, les noyaux vestibulaires sont à considérer en premier lieu, mais leur destruction pose des problèmes délicats.

Un fait est évident toutefois, le *primum movens* de ce système se trouve situé dans ce qu'il est convenu d'appeler la Réticulée Pontique, qui enclenche l'ensemble des phénomènes du S. P.

— La zone de complexification se trouve dans la région colliculo-mésencéphalique et son action s'exerce par l'intermédiaire d'interneurones sur les noyaux oculomoteurs.

— Les influences corticales facilitatrice et inhibitrice s'exerceraient au niveau de cette région.

Cette organisation à point de départ pontique est donc différente de l'organisation de mouvements oculaires d'éveil, mouvements pour lesquels le rôle du cortex central est prépondérant, tout au moins pour leur mise en jeu (CROSBY, 1960 - PASIK P. et PASIK T., 1964).

LE PROBLÈME DES PHÉNOMÈNES ÉLECTRIQUES PHASIQUES

Nous ne reviendrons pas dans ce chapitre sur la description de ces éléments qui a été donnée au fur et à mesure. Nous allons simplement résumer les données en ce qui concerne les points où cette activité a pu être enregistrée tant au Laboratoire que dans les autres unités de recherche.

Nous étudierons également ses modifications, ses origines, sa signification et ses rapports avec les M. R. Y.

I. - LOCALISATION

Les divers points où a été enregistrée cette activité de pointes sont résumés sur une carte sagittale (fig. 13).

Les données du Laboratoires portent sur les points suivants : Pont, Noyau vestibulaire inférieur, Faisceau Longitudinal Postérieur, Colliculus supérieur, Noyau du III, Muscles extrinsèques de l'œil, Pulvinar, Cortex visuel.

Les données des autres laboratoires portent en particulier sur le Géniculé latéral (BROOKS et BIZZI, 1963 - MIKITTEN et al., 1961). Le Pont (BROOKS et BIZZI, 1963), le Mésencéphale et le Diencephale postérieur (BROOKS et BIZZI, 1963).

De ces études, les plus intéressantes sont celles de BIZZI et BROOKS qui ont exploré de nombreux points grâce à une technique particulière permettant la descente progressive d'électrodes. Ils ont ainsi pu enregistrer ces ondes monophasiques au niveau d'une large zone du pont, au niveau du noyau reticularis caudalis, du noyau oculomoteur et du géniculé latéral.



Fig. 13. — Représentation semi-schématique sur le plan latéral 1,5 des points explorés par électrodes chroniques :

- Les triangles représentent les points où une activité de pointes isolées ou groupées en fuseaux a été enregistrée.
- Les rectangles, les points où aucune activité particulière n'a été retrouvée.

AP, O. Plan HORSLEY et CLARKE Zéro.

II. - EFFET DES LÉSIONS SUR CETTE ACTIVITÉ

I. - La rétine et les muscles extrinsèques de l'œil.

La présence de ces pointes monophasiques dans les systèmes oculomoteur et visuel pouvait laisser supposer une origine rétinienne ou musculaire.

Plusieurs faits infirment cette hypothèse :

— De telles pointes ne sont jamais rencontrées au cours de l'éveil tant à la lumière que dans l'obscurité, que les mouvements des yeux soient présents ou non.

A la lumière nous avons pu enregistrer chez un certain nombre d'animaux, au niveau du cortex occipital, des potentiels évoqués par les mouvements oculaires. Outre leur forme, différente des pointes spontanées, ces ondes sont en effet beaucoup plus lentes, elles s'en différencient par leur disparition dans l'obscurité complète.

Par assimilation avec l'homme, nous pensons qu'il s'agit d'ondes lambda très différentes des pointes spontanées que nous décrivons (GASTAUT et ALVIM-COSTA, 1957).

Les premières pointes, nous l'avons vu, précèdent les autres phénomènes du S. P. et en particulier les M. R. Y.

— Un fait indiscutable étant apporté par leur persistance au niveau du cortex visuel après exentération orbitaire.

En conclusion, nous pouvons donc dire que les pointes peuvent se produire sans M. R. Y. et que les M. R. Y. peuvent se produire sans pointes.

2. - Le cortex occipital.

Les M. R. Y. et l'imagerie visuelle onirique ayant des rapports de simultanéité, il était logique, au vu des pointes occipitales, de se demander si elles ne signaient pas l'activité de cellules visuelles responsables de l'imagerie visuelle onirique.

La persistance de ces pointes dans le Géniculé latéral après décortication occipitale (BIZZI et BROOKS, 1963), et surtout leur persistance chez l'animal pontique chronique permet d'éliminer cette seconde hypothèse.

3. - Les autres structures prépontiques.

La présence de pointes chez l'animal pontique permettait à elle seule d'éliminer les autres structures en tant que points de départ de cette activité. Toutefois diverses lésions ont été pratiquées en des endroits où des pointes avaient été recueillies.

Après coagulation bilatérale des colliculi supérieurs, ces pointes persistent au niveau du cortex visuel. Il en est de même après coagulation large de la région du noyau du III, après coagulation du F. L. P. entraînant des effets moteurs, ce qui permet également d'éliminer pour ces pointes une signification motrice.

4. - Le pont.

Chez l'animal pontique, les pointes monophasiques persistent au niveau de la F. R. P.

En conclusion : l'origine de ces pointes semble donc être pontique et leur apparition liée au S. P. dont elles constituent l'un des meilleurs critères.

Le point de départ exact n'est pas précisé. Il ne semble pas s'agir du noyau R. P. C. puisqu'un animal présentant une coagulation à ce niveau conserve des pointes géniculées en l'absence de tout autre signe de S. P. (observation non publiée).

Il s'agirait donc plus vraisemblablement d'une origine différente de celle de l'enclenchement du S. P., mais d'une même mise en jeu.

III. - MODIFICATIONS DE CETTE ACTIVITÉ

A. - Par des lésions.

L'ensemble des lésions réalisées n'a pas entraîné de modification des pointes aux endroits où elles étaient recueillies avant et après lésion.

Une seule intervention, pratiquée aussi peu souvent que possible en raison de son caractère, a entraîné des modifications de cette activité de pointes : il s'agit de l'exentération orbitaire.

L'effet de cette intervention doit être étudié de manière longitudinale :

— dès le lendemain de l'intervention, les modifications bien connues du tracé cortical au niveau des aires visuelles sont nettes : l'activité est plus ample, plus lente, plus voltée.

Les pointes persistent tant au niveau du cortex qu'au niveau du géniculé latéral où l'activité est extrêmement modifiée : présence de fuseaux de très forte amplitude (100 μ V) au cours des phases de S. P. avec amplitude également plus importante des pointes.

Dans les jours suivants, si l'activité du cortex occipital ne varie plus, l'activité géniculée, par contre, va évoluer peu à peu, les pointes devenant rares puis extrêmement rares, pour disparaître presque complètement le 6^e jour (fig. 14).

Cet effet paradoxal : persistance des pointes corticales et disparition des pointes géniculées semble très difficile à expliquer.

Si les effets sur le voltage du tracé peuvent être dus à la suppression de la « dark-discharge » rétinienne inhibitrice (ARDUINI, 1961), la persistance des pointes au niveau cortical alors qu'elles

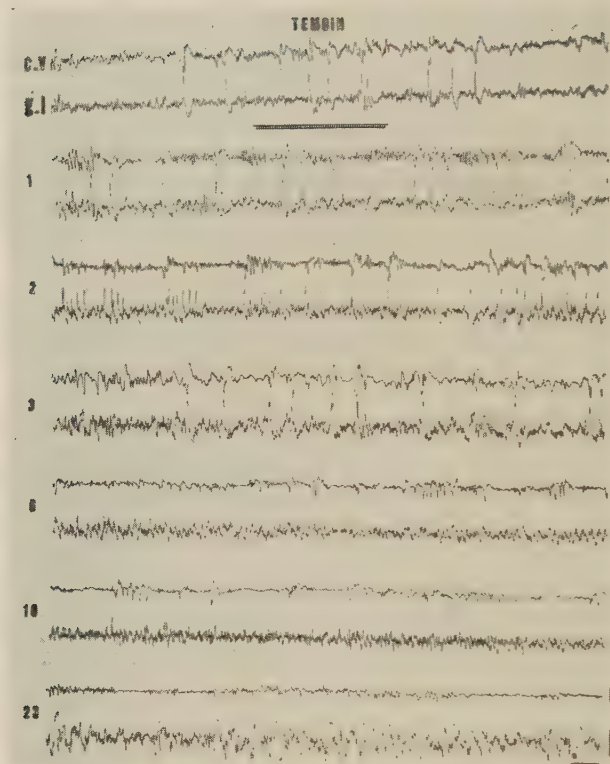


Fig. 14. — Modifications des activités du Cortex Visuel (C.V.) et du Géniculé Latéral (G.L.) après exentération orbitaire.

Les chiffres en ordonnée indiquent les jours après l'exentération. On remarque les modifications de l'activité de pointes et du rythme de fond en particulier au niveau du Géniculé Latéral.

Echelle : 1 seconde, 50 microvolts.

disparaissent dans le géniculé pose le problème d'une part des voies fonctionnelles entre ces structures, surtout celui de l'interaction entre phénomènes spontanés et input rétinien.*

Les pointes persistant au niveau du F. L. P., non modifiées, il semblerait donc que ce soient des neurones spécifiques, visuels, qui soient attachés à cette activité spontanée au niveau du G.L.

* Des expériences ont été réalisées pour vérifier cette hypothèse, les enregistrements étant réalisés soit dans l'obscurité totale, soit dans des conditions d'éclairage standard, les yeux maintenus ouverts et en mydriase. Il semblerait que, même pendant le S.P., l'obscurité, par l'intermédiaire de la « darkdischarge » ait un rôle inhibiteur sur les pointes géniculées qui semblent de moindre amplitude que pendant les phases de S. P. avec éclairage standard.

L'interprétation de ce problème est très complexe et les données actuelles ne permettent pas de le résoudre.

Il semble donc exister une interaction entre les input rétiniens et les pointes spontanées.

B. - Par des substances pharmacodynamiques.

L'Esérine, à la dose de 0,05 mg/Kg ne modifie pas les pointes enregistrées au niveau du géniculé et du cortex visuel.

C. - Par les déprivations de S. P. - Courbe (fig. 15).

Les déprivations de S. P. ayant entraîné des modifications des indices oculomoteurs lors des phases de récupération, une étude a été réalisée portant sur cette activité de pointes au cours de la récupération (D. JOUVET, P. VIMONT, F. DELORME, observation non publiée).

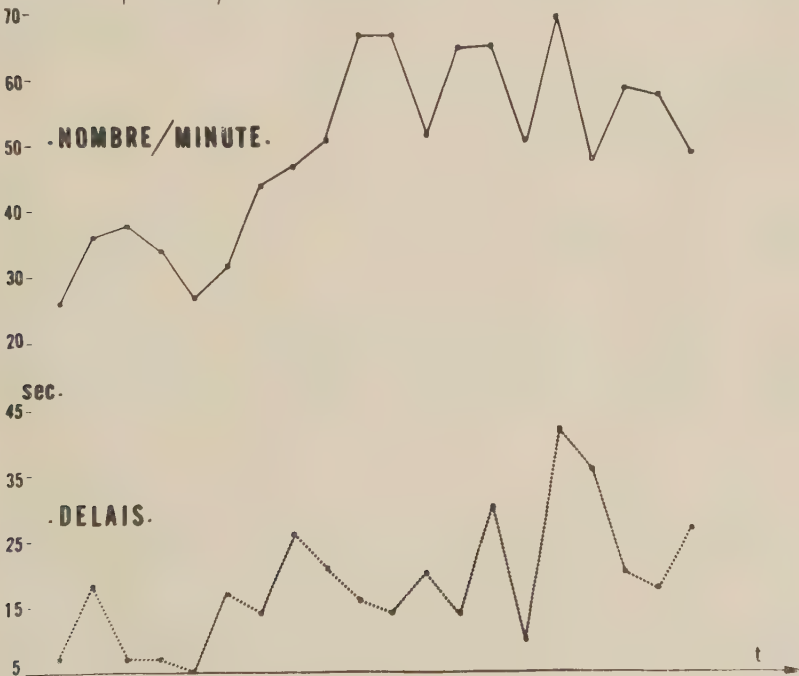


Fig. 15. — Modifications de l'activité de pointes lors des phases de Sommeil Paradoxal après déprivation élective de cette phase pendant 26 jours.

Chaque point représente la moyenne de 5 phases de Sommeil Paradoxal.

Les délais sont les temps d'apparition des pointes avant l'enclenchement du Sommeil Paradoxal.

> Echelle de temps.

Deux indices ont été utilisés : le nombre de pointes par minute de S. P., et le délai de précession de ces pointes au niveau du Géniculé Latéral par rapport à l'activation corticale.

— Le nombre de pointes par minute de S. P.

Les résultats présentés sur la figure 15 mettent en évidence qu'il faut attendre la sixième heure pour voir le nombre de pointes par minute se normaliser.

— Le délai de précession.

Ce délai, qui normalement est au moins égal à 20 secondes est également très raccourci, pratiquement nul pour les premières phases de S. P., l'enclenchement des différents systèmes étant alors simultané.

Ce délai se normalise en un temps voisin de celui nécessaire à la normalisation du nombre de pointes par minute.

Ainsi, comme pour les mouvements oculaires, la récupération de ces éléments phasiques ne semble pas être exactement parallèle à la récupération des phases de S. P.

D. - Par l'eau et le Cl Na.

Des variations d'osmolarité chez l'animal pontique peuvent induire des modifications de cette activité de pointes (JOUVET, 1964) :

— L'Hypo-osmolarité provoquée par ingestion de 10 % de poids du corps en eau (par gavage) associée avec une injection d'une Unité de Post-Hypophyse entraîne une suppression des phases de S. P. et de l'activité de pointes de l'ordre de 6 à 12 heures.

Les phases de S. P. lorsqu'elles réapparaissent montrent une activité de pointes très peu intense.

— L'hyper-osmolarité provoquée soit en supprimant tout apport liquidien soit en donnant à l'animal une nourriture très riche en ClNa, ou par injection de 15 cc de Sérum Salé hypertonique (20 ‰), a pour conséquence une très forte augmentation du temps de S. P. pendant 6 à 10 heures, augmentation de 200 à 300 ‰, en même temps qu'une facilitation de phénomènes phasiques au niveau du pont.

L'interprétation de ces faits reste toutefois problématique et ne simplifie pas la discussion de cette activité phasique.

IV. - VOIES DE CETTE ACTIVITÉ

Nous avons vu que des coagulations effectuées en des points où cette activité était enregistrée ne modifient pas leur apparition aux niveaux supérieurs et inférieurs à la lésion :

- coagulation du F. L. P.,
- des colliculi supérieurs,
- décortication occipitale,
- décortication frontale,
- coagulation du noyau du III.

Par contre des lésions effectuées en avant du Pont, au niveau de la partie centrale et dorsale du tronc cérébral supprimeraient l'apparition des pointes genouillées et visuelles au cours du S. P. sans supprimer l'activation corticale et l'apparition des pointes pontiques (HOBSON, 1964).

Le problème des voies possibles entre pointes pontiques et genouillées a été étudié en détail par BIZZI et BROOKS (1963).

Au cours du S. P., les latences entre pointes pontiques et genouillées sont inférieures à 5 m sec., c'est-à-dire à peu près nulles, et les auteurs concluent à la simultanéité.

Au cours de l'éveil, par stimulation du pont en des points où sont recueillies des pointes, il n'est pas possible d'évoquer de réponses dans le Géniculé latéral.

Au cours du S. P., par contre, des réponses genouillées ressemblant aux pointes spontanées peuvent être évoquées, par stimulation du pont, la latence étant alors de 25 à 35 m sec.

Il semble donc s'agir de voies pauci synaptiques ne fonctionnant qu'au cours du S. P.

En l'absence de données suffisantes, seule la carte représentant la distribution de cette activité permet d'avoir une idée de ces voies.

Les relations temporelles entre ces phénomènes spontanés du S. P. sont difficiles à mettre en évidence ; dans la mesure où il existe des voies fonctionnelles entre géniculé et cortex visuel, et dans cette éventualité si les pointes recueillies à ces niveaux sont sur la même voie, c'est-à-dire en correspondance, il faut remarquer que cette relation ne se fait pas coup pour coup.

V. - RAPPORT AVEC LES AUTRES PHÉNOMÈNES DU S. P.

I. - Avec le S. P. (fig. 16).

L'apparition des pointes précède les autres phénomènes du S. P. : activation, chute du tonus et M. R. Y.

Dans l'immense majorité des cas, l'enclenchement du S. P. se réalise complètement, mais il est également possible de voir les

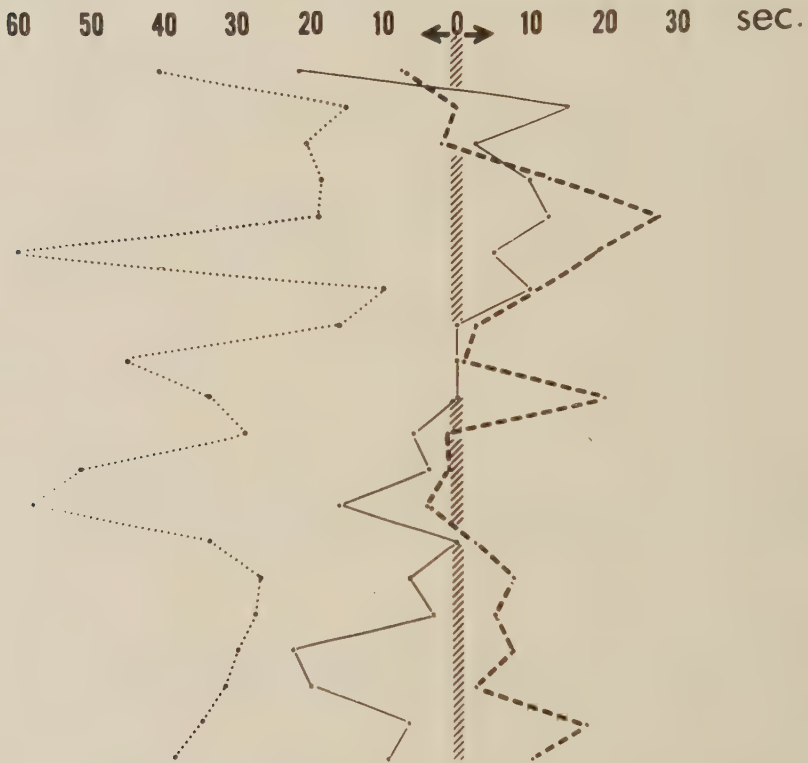


Fig. 16. — Représentation de l'apparition chronologique des différents éléments du Sommeil Paradoxal.

Le temps Zéro est donné par l'abolition du tonus musculaire des muscles de la nuque.

En pointillés : Apparition des pointes au niveau du cortex visuel.

En traits continus : Activation corticale.

En traits discontinus : Apparition des mouvements rapides des yeux. (Chaque point sur une même ligne horizontale correspond à une même phase de Sommeil Paradoxal).

pointes se produire sans que l'enclenchement du S. P. se produise ; dans ce cas elles sont en général suivies d'un éveil.

Ce délai de précession des autres phénomènes devient nul, nous l'avons vu, après déprivation de S. P., l'enclenchement des divers systèmes étant alors simultané.

Les pointes peuvent apparaître seules, en l'absence des autres phénomènes signant le S. P. : chez un chat présentant une coagulation du R. P. S., les pointes subsistent seules, au niveau du G. L. et du Cortex visuel, de manière cyclique, précédant les phases d'hallucination.

Il serait également possible de supprimer les pointes sans toucher à l'activation corticale, ce qui implique la présence de deux voies différentes, cette preuve, si elle se vérifiait, serait accessoire puisque nous avons vu que l'apparition des pointes précédait l'activation.

Il apparaît ainsi :

— que la mise en jeu du système de pointes monophasiques précède la mise en jeu des autres systèmes du S. P.

— que cette mise en jeu répond certainement au même mécanisme, le S. P. s'enclenchant pratiquement toujours après l'apparition des pointes.

— que les structures responsables de cette activité sont différentes de celles responsables de l'enclenchement de l'atonie musculaire, de l'activation corticale, des M. R. Y.

— que ce système emprunterait des voies fonctionnelles uniquement au cours du S. P.

2. - Avec les décharges phasiques des muscles extrinsèques.

Le rapport entre les décharges phasiques enregistrées au niveau de ces muscles et celles enregistrées aux divers niveaux du système nerveux n'est pas simple et pose des problèmes de validité de cette assimilation.

Si un rapport existe, ce qui apparaît à la lumière des enregistrements simultanés de la F. R. P., du Colliculus, du G. L. et des muscles extrinsèques, on peut se demander jusqu'à quel point on est en droit d'assimiler des phénomènes enregistrés au niveau des muscles et du système nerveux.

3. - Avec des M. R. Y.

S'il existait un rapport de cause à effet, les pointes seraient primitives aux M. R. Y. et ce rapport devrait exister coup pour coup.

Or les pointes peuvent se produire en l'absence de M. R. Y., non seulement avant l'enclenchement total du S. P., mais même pendant.

De plus, nous l'avons vu, il est possible de modifier en plus les M. R. Y. sans que les pointes soient facilitées (Esérine).

Plutôt que d'un rapport de cause à effet, il semble préférable de parler de phénomènes phasiques électriques et moteurs mis en jeu par le même mécanisme et se produisant de manière simultanée.

4. - Avec l'activité évoquée.

Au niveau du G. L., les emplacements des électrodes qui correspondent aux meilleurs potentiels évoqués visuels sont différents de ceux où sont recueillies les meilleures pointes spontanées. Cette constatation a été également faite par BIZZI et BROOKS (1963).

Au niveau du cortex visuel, des enregistrements pris en monopolaire ont montré que ces potentiels spontanés étaient l'image en miroir du potentiel évoqué, et qu'un potentiel évoqué concomitant à un potentiel spontané était complètement bloqué à ce niveau (MOURET et al., 1963).

Par ailleurs l'étude de l'activité évoquée centrale (BIZZI et BROOKS, 1963) a fait ressortir les différences existant quant aux voies et aux délais entre l'éveil et le S. P.

5. - Rapports avec l'excitabilité corticale.

Un certain nombre de données permettent de dire que l'excitabilité corticale est augmentée au cours des phases de S. P.

— EVARTS (1960) a en effet mis en évidence une augmentation des décharges unitaires des neurones du cortex visuel et pyramidaux.

— ARDUINI a démontré également une augmentation de l'activité descendante pyramidale (ARDUINI et al., 1963).

L'enregistrement par micro-électrodes des réponses unitaires corticales à des flashes lumineux fait ressortir le niveau élevé de ces réponses.

Les réponses corticales évoquées par stimulation du Géniculé latéral sont facilitées au cours du S. P. tandis que le « Recovery Cycle » est diminué.

— HODES a récemment mis en évidence une augmentation de l'excitabilité corticale jugée d'après les mouvements induits par stimulation directe du cortex (HODES et SUSUKI, 1964).

Enfin les décharges induites par strychnine locale au niveau du cortex sont facilitées au cours du S. P.

Ces données pourraient faire envisager ces pointes comme l'un des signes de cette hyperexcitabilité paradoxale du cortex cérébral.

En conclusion, nous pouvons dire :

— Qu'il s'agit d'une forme particulière d'activité rencontrée au cours du S. P. et dont les mécanismes semblent communs à ceux de cette phase du sommeil.

— Que les structures responsables de ces pointes, si elles se trouvent au niveau du Pont, sont différentes de celles responsables des autres phénomènes du S. P.

— Que les voies de cette activité sont complexes et leur approche nécessite d'autres méthodes que celles employées jusqu'ici.

— Que des variations de ces pointes peuvent être réalisées par divers facteurs : nerveux et métaboliques en particulier.

CHAPITRE II

LES MOUVEMENTS DES YEUX CHEZ L'HOMME

MATÉRIEL ET MÉTHODES

— Emplacement des électrodes.

Les électrodes sont des cupules métalliques appliquées sur la peau, préalablement nettoyée à l'éther, par l'intermédiaire de pâte à la Bentonite, et maintenues en place par des tampons de gaze imbibés de collodion pendant la durée de l'examen. Leurs emplacements sont indiqués sur la figure 17.

— Enregistrement.

L'enregistrement se fait sur un appareil E. E. G. type ALVAR REEGA VIII ou REEGA XV + III, dont le calibrage est tel qu'il donne un gain de 4 mm pour 50 μ V. La constante de temps est de 0,1 seconde, la vitesse d'enregistrement soit de 1,5, soit de 6 centimètres par seconde.

— Calibrage angulaire.

Au début de chaque enregistrement, le sujet, assis à deux mètres du plan d'observation, se prête à un calibrage de ses mouvements angulaires déterminant les amplitudes des déflections pour des mouvements oculaires correspondant à des angles de 2°, 5° et 10°. Ce calibrage permet en outre d'éliminer les variations individuelles de résistivité comme causes d'erreurs ; ces variations sont d'ailleurs très minimales après nettoyage à l'éther.

La sensibilité maximum obtenue par cette méthode permet d'obtenir une amplitude de 125 μ V pour un déplacement oculaire de 2 degrés.

I. - PENDANT L'ÉVEIL

Observation.

Le sujet étant toujours assis à deux mètres du plan d'observation, le calibrage angulaire réalisé, il lui est demandé d'observer ce qui se trouve en face de lui, l'ouverture et la fermeture des yeux constituant sur le tracé les repères des phases de l'expérience.

Nous avons utilisé soit un spectacle fixe, constitué par des planches de 110 cm sur 75, de complexité croissante, en noir et blanc et en couleurs.

Soit un spectacle animé : déplacement d'un spot lumineux sur un écran, ou film.

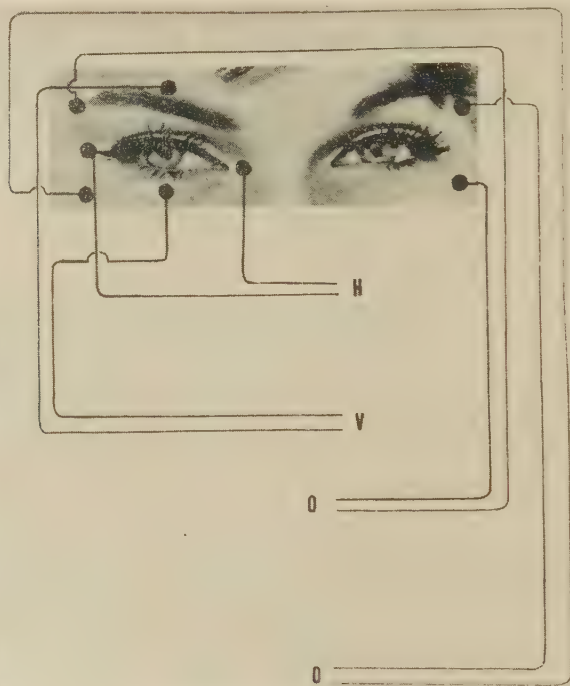


Fig. 17. — Schéma montrant l'emplacement des électrodes périoculaires.

H : Dérivation correspondant aux mouvements horizontaux des yeux.

V : Dérivation correspondant aux mouvements verticaux.

O : Dérivations correspondant aux mouvements obliques.

Le sujet est relié à la terre par une électrode indifférente placée au niveau du sinus frontal.

Le temps d'observation est limité à 20 secondes pour une figure simple et à 40 secondes pour une figure complexe.

Remémoration.

L'observation terminée, le sujet ferme les yeux et reçoit pour consigne de faire un effort de mémorisation portant sur ce qu'il vient d'observer, ceci pendant 30 secondes.

La qualité de la représentation mnésique est alors jugée d'après le dessin demandé au sujet.

II. - LE TRACÉ POLYGRAPHIQUE DE SOMMEIL

Les sujets sont enregistrés au cours de nuits de sommeil physiologique, les tracés commençant en général vers 22 heures et se terminant à 7 ou 8 heures. Les électrodes sont placées de la même manière qu'à l'éveil, autour de chaque œil. Le calibrage de l'appareil reste le même.

Des électrodes placées sur le scalp permettent l'enregistrement (C.T. 0,1 sec.) de diverses dérivations corticales, les fréquences cardiaques et respiratoires sont également enregistrées. Nous avons également étudié la séméiologie des groupes musculaires de la face au cours du sommeil.

Les chambres d'enregistrement sont des pièces insonorisées, air-conditionnées, maintenues à un degré d'hygrométrie constant, à l'abri de la lumière du jour. L'observation du sujet est possible soit directement soit grâce à une caméra de télévision télécommandée, permettant l'observation générale du sujet ou une observation précise des mouvements oculaires.

Les phases des S. P. sont repérées sur le tracé grâce à divers critères :

— Tracé cortical microvolté avec disparition des « K complexes » spontanés ou provoqués, apparition d'ondes en dents de scie et de « faux alpha » (rythme occipital à 7,5/8 c/s).

— Les variations dans l'activité E. M. G. des muscles sous-hyoïdiens, orbiculaires des lèvres et des paupières.

— Les variations du rythme cardiaque qui le plus souvent s'accélère.

— L'irrégularité du rythme respiratoire.

— L'élévation du seuil d'éveil.

— La présence de mouvements fins des doigts.

— L'apparition des M. R. Y.

SUJETS NORMAUX

RÉSULTATS

I. - LES MOUVEMENTS DES YEUX AU COURS DE L'OBSERVATION VISUELLE

Observation d'une planche fixe.

L'amplitude maximum des mouvements des yeux enregistrés pendant cette observation est fonction des dimensions de cet objet et va donc rester sensiblement la même chez tous les sujets. Les dimensions choisies correspondent au champ qu'un sujet observe normalement sans avoir tendance à tourner la tête.

Ces mouvements peuvent être classés suivant 3 « patterns » principaux :

- Mouvements isolés : déplacement vers un point déterminé du champ, ils peuvent être soit verticaux, soit horizontaux.
- Mouvements d'aller-retour.
- Petits mouvements en saccades qui correspondent à l'inspection détaillée du champ.

La fréquence de l'un ou l'autre de ces « patterns » est fonction de la nature des planches proposées :

- Abondance de mouvements d'aller et retour devant une planche comportant deux éléments principaux distincts.
- Prédominance des petits mouvements pour une planche comportant de nombreux détails (fig. 18).
- Ces petits mouvements deviennent extrêmement nombreux si la planche proposée est en couleurs, même si elle comporte deux éléments distincts.

La répétition de ces patterns et leur répartition est, par contre, sujette à des variations individuelles importantes.

Sur les tracés, ces mouvements d'observation sont essentiellement caractérisés par leur netteté : les mouvements sont bien individualisés, conjugués, séparés par des pauses du regard qui correspondent à la fixation d'un point précis du champ.

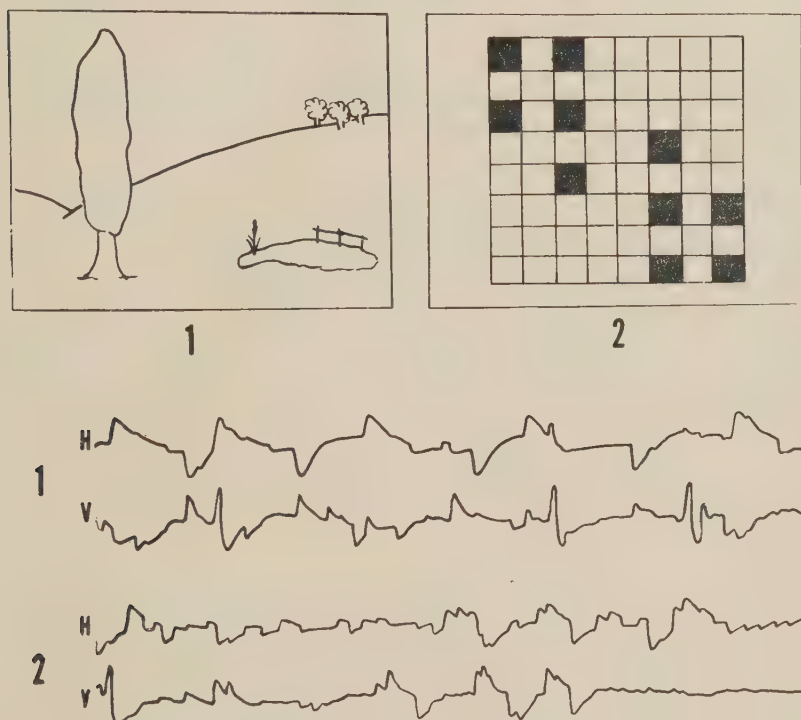


Fig. 18. — Tracés oculographiques d'observation.

H : Mouvements horizontaux.

V : Mouvements verticaux.

Les excursions oculaires vers la droite et vers le haut s'inscrivent au-dessus des lignes de bases. Les clignements sont également enregistrés sur la dérivation correspondant aux mouvements verticaux.

On remarque la différence entre l'observation des deux planches :

Planche 1. Tracé 1 : Mouvements simples d'aller et retour, horizontaux et verticaux correspondant à l'exploration des trois pôles principaux du paysage.

Planche 2. Tracé 2 : On note surtout la présence de petits mouvements dans toutes les directions, qui correspondent à l'exploration fine des nombreux détails de la figure.

Au cours de ces pauses, de nombreux auteurs ont montré la présence de mouvements constants et fins dont la conséquence est le balayage par l'image, de la macula (DITCHBURN et GINSBORG, 1953). Leur étude sort de notre propos et nécessiterait d'autres techniques que celle employée.

Observation d'un objet mobile.

Si l'objet est simple (spot lumineux), son observation donne naissance à des mouvements oculaires où le coefficient individuel est pratiquement nul : le déplacement du spot dans le plan vertical entraîne des mouvements pendulaires des yeux de haut en bas et de bas en haut ; de même les déplacements horizontaux du spot entraînent des mouvements des yeux de droite à gauche et de gauche à droite, à condition que le sujet suive bien les mouvements du spot.

Lors des déplacements lents du spot, l'enregistrement met en évidence les composantes rapides du nystagmus optokinétique, qui caractérisent les mouvements de poursuite.

Pour des déplacements rapides, l'enregistrement montre la présence de mouvements de correction : l'œil continue le mouvement alors que le spot est déjà arrêté et doit corriger son erreur en revenant fixer le spot. L'enregistrement simultané de deux sujets placés devant l'écran où se déplace le spot montre deux tracés E. O. G. superposables.

Devant un film.

Les patterns oculomoteurs rencontrés représentent une synthèse des types rencontrés lors des expériences précédentes.

Les mouvements restent toujours bien individualisés, nets, séparés par des pauses du regard et des clignements. Ils sont fréquents, leur amplitude maximum restant fonction des dimensions de l'écran. Nous avons retrouvé ici aussi l'influence de la couleur sur l'abondance de mouvements oculaires très fins. Le facteur individuel demeure très important dans la manière de regarder les différentes scènes.

II. — LES MOUVEMENTS DES YEUX AU COURS DE LA REMÉMORATION

Ces mouvements sont inconstants, ils sont absents chez environ 5 % des sujets. Enregistrés et observés pendant la veille, les paupières closes, ils accompagnent les souvenirs visuels d'un sujet abandonné à lui-même sans autre consigne que de repenser à ce

qu'il vient de voir. Ils ne sont pas perçus par les sujets qui affirment tous n'avoir « pas senti leurs yeux bouger ».

Sur le tracé E. O. G., ils sont très différents des mouvements d'observation : ils sont peu nombreux, moins nets, moins amples en général.

Remémoration d'une planche fixe.

Les mouvements sont rares, essentiellement horizontaux (le sujet étant assis), simples, exceptionnellement groupés, presque toujours isolés. Leur amplitude est en général plus faible que celle des mouvements enregistrés au cours de l'observation visuelle.

Ils ne semblent pas être en rapport avec la qualité de la mémoire jugée d'après le dessin : une étude quantitative et qualitative ne nous a en effet pas permis de mettre en évidence de rapport entre le nombre de ces mouvements rencontrés au cours de la remémoration et le nombre d'erreurs rencontrées dans le dessin.

Remémoration d'un objet mobile (Spot) (fig. 19).

Les mouvements sont alors riches, amples et constituent de grandes oscillations pendulaires, l'œil utilisant au maximum ses possibilités de déplacement. Le sujet est parfaitement inconscient de leur présence et de leur amplitude.

Si on les avertit de la présence de ces mouvements en leur demandant de faire porter leur effort de remémoration sur des éléments situés dans un cadre de dimensions réduites, aucune modification de leur amplitude n'apparaît sur le tracé. (JEANNE-ROD et MOURET, 1962-1963).

III. - CARACTÉRISTIQUES OBJECTIVES DE CES MOUVEMENTS

I. - Les patterns.

Nous avons vu qu'il était impossible de trouver un pattern de groupement caractéristique des mouvements des yeux au cours de l'observation d'une planche, même simple ; que, au cours de la remémoration, l'inconstance même des mouvements éliminait d'emblée toute tentative de classification.

Il est donc possible de dire que les mouvements au cours de l'observation et de la remémoration représentent des caractéristiques individuelles, dont les facteurs sortent de notre propos.

2. - Les vitesses.

La caractéristique la plus objective de ces mouvements nous a semblé être leur vitesse.

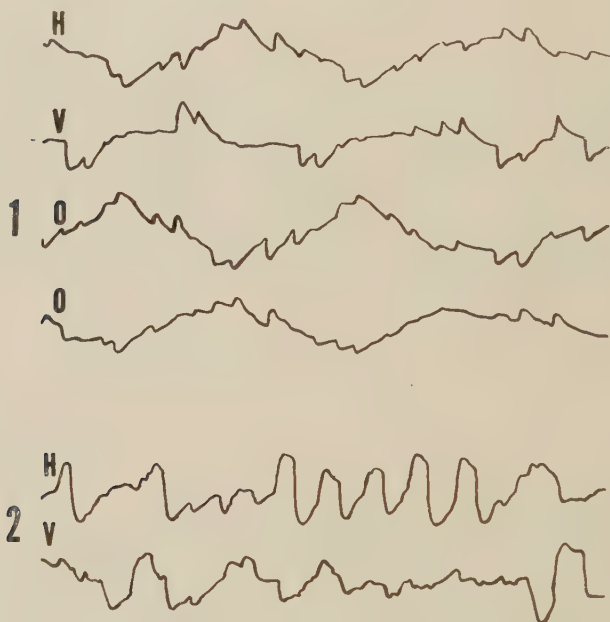


Fig. 19. — Comparaison entre l'observation d'un objet mobile (spot lumineux) et la représentation mnésique des mouvements de cet objet.

H : Mouvements des yeux dans le plan horizontal.

V : Mouvements des yeux dans le plan vertical.

1. Le regard suit le déplacement d'un spot décrivant un mouvement sinusoïdal. On reconnaît facilement les composantes nystagmiformes des mouvements de poursuite.

2. Les yeux sont fermés et le sujet fait un effort de mémorisation. On remarque la différence entre les deux tracés, et le défaut d'adaptation des mouvements oculaires de remémoration aux mouvements de l'objet.

Sur des tracés pris en déroulement rapide, il est en effet possible de calculer la durée et la déflexion de chaque mouvement, ces valeurs étant calculées « pic à pic ». Les calculs portant sur un grand nombre de mouvements, les erreurs d'approximation dans les mesures peuvent être considérées comme nulles.

Connaissant le rapport entre déflexion sur le tracé et rotation angulaire de l'œil, il devient facile de calculer la vitesse de chaque mouvement pris isolément.

Les résultats sont les suivants :

— observation : 415 degrés par seconde.

— remémoration : 204 degrés par seconde.

(JEANNEROD et MOURET, 1963-1964).

IV. - LES MOUVEMENTS DES YEUX AU COURS DU SOMMEIL

Nous conserverons la terminologie classique, distinguant les mouvements lents des yeux et les mouvements rapides (M.R.Y.).

A. - Les mouvements lents des yeux.

Notre étude ne porte pas sur cette forme de motricité, nous ne ferons que la décrire et mentionner sa relation avec les stades du sommeil. Facilement observés les paupières fermées, ce sont de grandes oscillations lentes des globes oculaires, uniformes, d'un côté à l'autre de l'orbite.

Exclusivement horizontaux, ils sont soit conjugués, cas le plus fréquent, soit disconjugués. Enregistrés aisément avec une constante de temps lente (0,6 sec), ils apparaissent comme de grandes déflexions lentes, d'une durée moyenne de 5 à 6 sec, très régulières.

Ils se produisent au début du sommeil et persistent jusqu'au début des grandes ondes lentes, soit environ 30 minutes en moyenne. Au cours de la nuit, ils peuvent réapparaître après les mouvements importants du corps si ceux-ci sont accompagnés d'un éveil cortical, même fugace, et même au cours des phases de S. P.

Les études de DEMENT (1964) sur ces M. Y. lents sont les plus complètes.

B. - Les mouvements rapides des yeux.

Ils surviennent au cours du S. P. et ils en sont le phénomène le plus frappant ; leur distribution dans le temps, sera donc fonction

de l'apparition de ces phases particulières de fonctionnement du système nerveux. Ces mouvements sont tantôt isolés, bien individualisés, nets, facilement observés à travers les paupières qui alors s'entr'ouvrent, tantôt groupés en bouffées caractéristiques.

En général conjugués, ils sont assez souvent disconjugués : ces mouvements disconjugués peuvent être de divers types :

— Après un mouvement rapide isolé d'un œil ; qui en constitue le premier exemple, l'autre œil regagne la position conjuguée par un glissement lent.

— Au cours des bouffées, les M.R.Y. sont plus souvent disconjugués (5 %).

La caractéristique majeure des M.R.Y. du S. P. est leur groupement qui les différencie nettement de ceux d'éveil. Nous distinguons donc :

— Les mouvements isolés.

— Les mouvements en petits groupes (2 à 4 mouvements se succédant sans pauses).

— Les bouffées (5 mouvements et plus se succédant sans pauses).

Les deux premiers types peuvent également se rencontrer au cours de l'éveil. Les bouffées ne sont par contre pas rencontrées à l'éveil, les mouvements étant alors séparés par des pauses, des fixations.

La bouffée se caractérise sur le tracé par la disparition de la ligne de base (fig. 20).

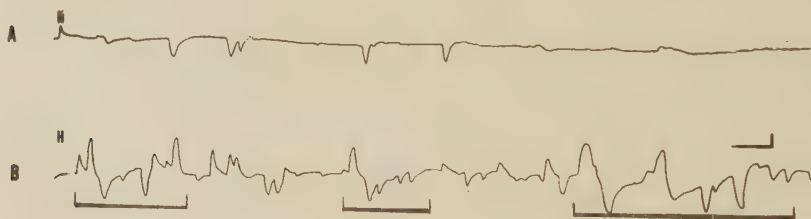


Fig. 20. — Tracés oculographiques montrant les divers types de mouvements oculaires rencontrés au cours des phases de sommeil paradoxal.

H : Horizontaux.

A : Mouvements isolés et en petits groupes.

B : Mouvements isolés, en petits groupes et en bouffées, ces dernières soulignées de noir.

Echelle : 1 seconde, 50 microvolts.

Aussi bien horizontaux que verticaux, l'étude de ces mouvements nécessitait une quantification précise.

Comme chez le chat, divers indices peuvent être utilisés qui rendent compte de cette activité oculomotrice (MOURET et JEANNEROD, 1963 - MOURET et al., 1964) :

— Le nombre de mouvements par minute de S. P. ou Indice Numérique Global (I.N.G.).

— Le nombre de bouffées par minute ou Indice de Groupement (I.G.).

— Et enfin le rapport exprimé en pourcentage entre le nombre de mouvements dans les bouffées et le nombre total de mouvements du S. P.

Notre étude porte sur près de 10.000 mouvements enregistrés chez des sujets au cours de nuits de sommeil physiologique. Les valeurs des divers indices sont indiquées pour chaque phase de S. P. de chacun des sujets :

SUJETS	ING	IG	CROM	MIM	MB _m	DURÉE	MY TOT.
A	61,6	2,4	49,7	31	30,6	16'20	1007
	85,5	4,6	51,8	41,2	44,3	11'	941
	33,7	1,8	51,2	16,5	17,2	11'	371
B	74,5	4,1	48,9	38,0	36,5	6'	447
	42,6	2,9	48,8	21,8	20,8	19,40	839
	48,6	2,7	45,9	26,3	22,3	6'40	422
	39,8	2,6	47,9	20,8	19,0	9'	359
C	54,1	3,4	49,4	27,3	26,8	36'	1951
D	41,0	2,2	49,4	20,7	20,3	22'	904
E	26,4	1,6	50,0	13,2	13,2	15'	396
	26,7	1,6	49,3	13,5	13,2	28'	749
	21,9	1,6	50,2	10,9	11,0	11'	241

COMPARAISON DES MOUVEMENTS D'ÉVEIL DE REMÉMORATION ET DE S. P.

1) Les vitesses.

Nous avons vu que les vitesses respectives de chacun des types de mouvement étaient :

- observation : 415/sec.
- remémorat. : 204/sec.
- S. P. : 244/sec.

Une étude statistique a été réalisée pour chaque groupe de mouvements qui permet la comparaison au moyen du test t du Student Fisher, les déflexions n'étant pas différentes dans l'ensemble, le test t a été appliqué aux différences de durée :

	tT
	—
Obs./mémor.	12,44
Obs/S.P.	9,3
S.P./mémor.	1

Ces résultats révèlent donc :

Une différence significative entre les vitesses des mouvements oculaires de S. P. et d'observation d'une part, et entre les M.R.Y. de remémoration et d'observation.

Par contre, il n'existe pas de différence significative entre les vitesses de M.R.Y. de S. P. et de remémoration (JEANNEROD et MOURET, 1963).

2) Le groupement.

Nous avons vu qu'il existait un mode de groupement spécifique du S. P. : la bouffée. Ce mode de groupement n'est jamais rencontré au cours de l'état vigile, que ce soit au cours de l'observation ou de la remémoration.

A l'éveil il n'y a aucun mode de groupement particulier. Les facteurs individuels d'appréhension du monde sont différents d'un sujet à l'autre. Le nombre de mouvements et leur répartition dans le temps, devant une même figure, ne peuvent être comparés.

Pendant la remémoration l'inconstance des mouvements, leur rareté permettent de ne les assimiler à aucun des types de mouvements oculaires d'observation ou de S. P.

L'analyse de ces résultats fait ressortir la grande labilité de l'I.N.G. et de l'I.G. non seulement d'un sujet à l'autre, mais d'une phase de S. P. à l'autre chez un même individu.

Ces deux indices ne reflètent donc, en aucune manière, un mode de groupement particulier, du point de vue longitudinal tout au moins, car la nature même de l'I.G. fait ressortir la caractéristique de l'oculomotricité au cours du sommeil : la tendance à se grouper qu'ont ces M.R.Y.

Le troisième indice, par contre, reste d'une constance remarquable, indépendant de la durée des phases de S. P., du nombre de mouvements totaux et du nombre de bouffées.

En raison de sa constance, comme chez le chat, nous l'avons appelé « **Constance de Répartition Oculomotrice** ». C'est en quelque sorte, le « pattern oculomoteur du S. P. »

Ces données objectives, si elles permettent l'approche de l'oculomotricité du sommeil, ne permettent toutefois aucune comparaison entre les mouvements oculaires rencontrés au cours de l'éveil et le M. R. Y.

Vitesse des M.R.Y. du S.P.

En utilisant chacun des mouvements où la ligne de base est facilement repérable au départ, il est possible, comme à l'éveil, de mesurer la durée et la déflexion de chaque mouvement, ces mesures étant ici aussi réalisées « pic à pic ». Il devient alors simple, le calibrage angulaire étant connu, de calculer la vitesse du mouvement.

La vitesse V étant donnée par le rapport degrés/T.sec.

Notre calcul porte sur 300 mouvements de S. P. et a donné pour résultat : $V = 244^\circ/\text{Sec.}$

3) La mise en jeu.

La mise en jeu des mouvements au cours de ces trois états de conscience est différente.

Elle est fonction du milieu, du spectacle, pour l'observation.

Elle est fonction du sujet pour la remémoration où l'origine est « centrale ».

Elle est fonction du S. P. pour les M.R.Y. de S.P.

4) Les activités E.E.G. concomitantes.

Elles sont très différentes :

L'activité E.E.G. lors de la remémoration est caractérisée par un blocage actif de l'alpha. Lors de l'observation, c'est l'activité rapide, de bas voltage, d'éveil et, lors des phases de S. P. il existe une activité bien particulière, surtout au niveau des dérivations frontales : les « ondes en dents de scie ».

5) L'influence de la fermeture des paupières :

Alors que les mouvements d'éveil sont influencés par la fermeture des paupières, les afférences rétiniennes n'ont aucune influence sur les M.R.Y. de S.P. qui restent identiques que les paupières soient ouvertes ou fermées.

Nous nous trouvons donc devant des phénomènes dont nous avons à expliquer les différences et les similitudes.

A. - MOUVEMENTS OCULAIRES D'OBSERVATION ET DE REMÉMORATION

La différence première entre ces deux types de mouvements est la fermeture des paupières dont nous devons envisager les conséquences :

a) Les modifications du potentiel cornéo-rétinien.

La remémoration est limitée aux trente premières secondes d'obscurité, et nous savons que pendant ce court laps de temps le potentiel cornéo-rétinien ne varie pratiquement pas. Ses variations ne peuvent donc être tenues pour responsables de la différence de vitesse.

b) Le facteur mécanique dû au frottement palpébral.

La dynamique du globe oculaire peut être modifiée par le frottement palpébral qui peut se traduire par un ralentissement des

mouvements. En faveur de cette influence, il faut signaler que des mouvements de remémoration les yeux ouverts dans l'obscurité complète conservent la même vitesse que les mouvements au cours de l'observation, les patterns de ces mouvements de remémoration restant inchangés (JEANNEROD et al., 1964).

c) La suppression des informations visuelles.

Au cours de l'observation visuelle, les mouvements des yeux sont étroitement adaptés aux éléments du champ (fig. 18), cette adaptation devenant un véritable asservissement au cours de l'observation d'un objet mobile (fig. 19), où les mouvements de l'œil suivent étroitement ceux de l'objet. Cette adaptation est due au contrôle constant des mouvements oculaires par l'intermédiaire du « feed-back » rétinien, cette rétinocception permettant à l'œil de suivre les déplacements de l'objet, de le fixer. Au cours de la remémoration, cette adaptation à l'objet n'existe plus ; les mouvements des yeux deviennent amples, anarchiques et en quelque sorte ataxiques (fig. 19). Ce fait peut être rapproché de certaines observations classiques montrant que l'amplitude d'un nystagmus augmente considérablement après occlusion des paupières (ASCHAN, 1959).

A l'opposé, les travaux de MOREL et al. 1954, MOREL et BURGERMEISTER 1955, SCHIFFERLI 1953, sur la représentation visuelle mnésique les yeux ouverts montrent la similitude entre les mouvements de l'œil suivant un contour défini et les mouvements lors de la représentation mnésique de ce même contour.

La contradiction entre ces deux faits expérimentaux du point de vue « pattern » s'expliquant facilement si l'on considère que les expériences de MOREL, BURGERMEISTER et de SCHIFFERLI n'étaient pas réalisées dans l'obscurité complète (BURGERMEISTER, communication personnelle). Il existait donc, au cours de ces dernières expériences, un « feed-back » rétinien permettant un certain contrôle des mouvements oculaires.

Le caractère ataxique des mouvements de remémoration, l'impossibilité pour le sujet de les limiter, de les percevoir, leur inadaptation totale aux caractéristiques objectives (formes, dimensions, etc...) de l'objet sur lequel porte la remémoration laissent évoquer l'absence de contrôle de ces mouvements.

B. - MOUVEMENTS OCULAIRES DE REMÉMORATION ET M.R.Y. DU S.P.

Ces deux types de mouvements ont donc un point commun : l'absence d'informations rétinienne. La seule similitude entre ces mouvements est celle de leurs vitesses qui ne sont pas statistiquement différentes.

Les « patterns » peuvent à première vue sembler assez proches en raison de l'aspect ataxique qui les caractérise, mais en fait il n'en est rien : les mouvements de remémoration sont inconstants, rares, tandis que les M.R.Y. du S.P. sont retrouvés chez tous les individus, nombreux, inchangés par les conditions d'éclairement ou d'ouverture palpébrale.

Il n'existe pas de mode de groupement particulier des mouvements de remémoration, tandis que le mode de groupement des M.R.Y. du S.P. répond à un mode bien particulier défini par la Constante de Répartition Oculomotrice.

Au vu de ces résultats, il semble très difficile d'assimiler ces deux types de mouvements oculaires, la seule similitude étant les vitesses, et cette similitude disparaissant lors de la remémoration les yeux ouverts dans l'obscurité complète.

LES M.R.Y. DU SOMMEIL PARADOXAL CHEZ DES SUJETS PORTEURS DE LÉSIONS CHRONIQUES DU SYSTÈME NERVEUX

Nous nous contenterons de rapporter ici de manière succincte les constatations faites au cours de tracés de sommeil nocturne quant aux Mouvements Rapides des Yeux du Sommeil Paradoxal.

Les données électriques et cliniques ont pour la plupart fait l'objet de la thèse de PELLIN (1962), des données récentes ayant été apportées grâce à l'obligeance de plusieurs chefs de Services qui ont bien voulu nous confier leurs malades pour des tracés nocturnes.

A. - SYNDROME DE DÉCÉRÉBRATION

Une observation réunit un Syndrome de Décérébration avec décortication fonctionnelle consécutif à des lésions diffuses de la Substance Blanche et à d'importantes lésions de la Formation Réticulée Pontique. L'altération importante de la perceptivité (seul le clignement à la menace persiste) et l'attitude de rigidité de décérébration dominant le tableau clinique.

Les enregistrements de sommeil ont révélé l'absence d'ondes lentes et de fuseaux caractéristiques du « Sommeil lent », et l'apparition périodique de très brèves phases de S.P. au cours desquelles se produisent des M.R.Y., les mouvements oculaires étant absents au cours de l'éveil.

B. - SYNDROME DE DÉCORTICATION

L'observation clinique peut être résumée ainsi : absence totale de perceptivité avec troubles posturaux, rigidité de décortication. Chez deux de ces malades, où la décortication a pu être affirmée, les enregistrements polygraphiques ont révélé la présence de phases de S.P. avec M.R.Y. L'aspect de ces mouvements est identique à celui des M.R.Y. de l'individu normal, mais nous n'avons pu réaliser d'analyse quantitative.

C. - MALADE PRÉSENTANT UN SYNDROME DE BALINT

Il s'agissait d'un malade présentant un Syndrome de Paralyse du regard volontaire, avec de très grosses difficultés à localiser les objets dans son champ visuel. Les difficultés oculomotrices étaient évidentes au cours de l'éveil, le temps de Réaction Oculomotrice étant très augmenté.

Au cours du Sommeil Paradoxal, par contre, les Mouvements Oculaires apparaissaient normalement et ne semblaient pas différer de ceux d'un individu normal (MICHEL et al., 1964).

D. - SUJET PRÉSENTANT UNE CÉCITÉ CORTICALE

Nous devons cette observation à Monsieur le Professeur B. SCHOTT qui nous a permis de réaliser un tracé de sommeil nocturne sur ce malade.

Au moment où le tracé a été pratiqué, le malade se présentait au stade II de POTZL. Les mouvements oculaires d'éveil étaient relativement rares, presque uniquement dus à l'orientation auditive. Au cours des phases de S.P., qui survenaient normalement au point de vue distribution et durée, les mouvements oculaires nous sont apparus normaux quant à leur pattern et leur groupement.

È. - SUJET PRÉSENTANT UN NYSTAGMUS DISJONCTIF DIVERGENT

Nous remercions Messieurs les Docteurs CAUSSE et RAMEL, qui nous ont autorisé à enregistrer ce malade au cours de la nuit.

L'observation de ce malade est extrêmement complexe tant du point de vue clinique que biologique et électrique.

Ce malade, lorsque nous l'avons enregistré, présentait un Syndrome de Parinaud, un nystagmus disjonctif convergent spontané et un état de somnolence se traduisant par des anomalies du tracé d'éveil qui était entrecoupé par des bouffées d'ondes lentes. L'activation d'éveil était extrêmement limitée au point de vue durée.

Au cours des phases de S.P., le nystagmus disjonctif, qui persistait au cours des ondes lentes, disparaissait, les phases de S.P. étant par ailleurs facilement reconnues grâce à l'irrégularité du rythme respiratoire et l'atonie des groupes musculaires sus-hyoïdiens. Il semble également intéressant de noter, bien que cela sorte de notre propos, que les anomalies d'activation corticale disparaissaient au cours des phases de S. P. dont le nombre et la répartition étaient normaux.

CHAPITRE III

SIGNIFICATION DES MOUVEMENTS OCULAIRES DU SOMMEIL PARADOXAL :

DISCUSSION

LES M.R.Y. DU S.P. DE L'HOMME ET DU CHAT. COMPARAISON

Des études réalisées chez l'homme et le chat, ressortent de nombreux points de comparaison entre les M.R.Y. de S.P.

Le point de comparaison le plus important étant qu'ils se produisent au cours d'un même état : le S.P., dont les structures responsables chez l'homme et le chat sont très vraisemblablement les mêmes (D. JOUVET, 1962).

Nous allons résumer en un tableau les principaux points de comparaison entre ces deux espèces.

	Homme —	Animal —
S.P.	+	+
Vitesses M.Y. E./S.P.		
Bouffées	+	+
C.R.O.M.	50 %	50 %
Pupilles	Myosis	Myosis
g N. nés	+	+
présence Décortiqués	+	+
précité cortic.	+	+

Ce tableau fait ressortir un ensemble de faits identiques quant à ces M.R.Y. qui permet de conclure à l'analogie entre M.R.Y. de l'homme et du chat.

Il semble donc légitime d'utiliser les résultats expérimentaux obtenus chez le chat pour discuter de la signification de ces M.R.Y. dont l'approche n'avait jusqu'ici, été réalisée que sous l'angle psychologique.

LES M.R.Y. ET L'IMAGERIE VISUELLE ONIRIQUE

I. - ARGUMENTS EN FAVEUR D'UNE RELATION ENTRE M.R.Y. ET IMAGES ONIRIQUES

Dès 1953, lors de leur première communication, ASERINSKY et KLEITMAN, remarquaient que les M.R.Y. étaient fréquemment associés aux souvenirs de rêve.

Il semble que ce soit cette relation avec l'activité onirique qui, depuis cette date ait inspiré la plupart des études faites chez l'homme sur cette phase du sommeil.

L'ensemble de ces données peut être résumé en un tableau, tiré de l'article de DEMENT « Eye movements during sleep », (1964) avec la permission de l'auteur (p. 393).

TABEAU

Compilation d'études montrant des exemples de souvenirs de rêves :
l'éveil se produisant pendant des périodes de mouvements rapides des yeux
ou pendant des périodes sans mouvements rapides des yeux *

Etude	Nombre de Sujets	Nombre de Nuits	Mouvements rapides des yeux		Pas de mouvements rapides des yeux	
			Souvenirs de rêves	Pas de souvenirs de rêves	Souvenirs de rêves	Pas de souvenirs de rêves
Aserinsky and Kleitman	10	14	20	7	4	19
Dement	10	18	45	6	0	19
Dement and Kleitman	9	61	152	39	11	149
Jouvet, Dechaume et Michel	16	48	63	28	34	65
Goodenough et al.	4	15	12	8	1	29
Snyder	30	96	291	66	12	77
Wolpert	8	20	57	10	5	16
Wolpert and Trosman	10	51	131	46	0	37
TOTAUX..	97	323	771	210	67	411

* Tableau que nous devons à l'obligeance du Professeur W.C. DEMENT.

Ce tableau fait ressortir nettement le nombre important de souvenirs de rêve rencontrés au cours des phases de S.P., et la rareté de ces souvenirs en dehors de ces phases. Il est ainsi évident que l'activité onirique se produit au cours des phases de S.P. avec M.R.Y. Cette première relation entre imagerie visuelle onirique et M.R.Y. est donc une relation de concomitance : ces deux phénomènes se produisent au cours d'un même stade fonctionnel d'activité nerveuse.

Une deuxième étape restait à franchir : outre cette relation temporelle, existe-t-il une relation de cause à effet, c'est-à-dire les M.R.Y. sont-ils des mouvements d'observation de la scène onirique.

Ce sont les études de DEMENT qui sont, à ce sujet les plus intéressantes et les plus complètes, démontrant une correspondance entre les patterns directionnels des mouvements oculaires et l'organisation spatiale des événements oniriques visuels. Pour DEMENT « L'homme qui dort remue les yeux pour regarder ou suivre les images hallucinatoires comme il le ferait s'il les voyait vraiment étant éveillé. »

Les expériences qu'il a réalisées méritent une description détaillée car ce sont les seules qui paraissent apporter une preuve irréfutable de ce rapport point par point entre M.R.Y. et imagerie onirique.

Au cours de nuits de sommeil, les expériences étaient réalisées par deux expérimentateurs : l'un surveillait l'appareil et faisait retentir une sonnerie après toute suite de M.R.Y. Cette sonnerie réveillait le sujet et, en l'entendant, le second expérimentateur, qui n'avait aucune connaissance du tracé E.O.G., entrait alors dans la chambre d'enregistrement et demandait au sujet de raconter son rêve de manière aussi précise que possible en faisant plus particulièrement porter son effort sur les instants ayant précédé le réveil. D'après le contenu des souvenirs, l'interrogateur donnait alors son avis sur ce que devait avoir été la succession des mouvements oculaires, dans le temps et l'espace, du sujet. En plus de la description directionnelle, (en haut, en bas, à droite, à gauche) de chaque mouvement, il devait également noter la durée des pauses de fixation (absence de mouvements).

De plus, à chaque réveil, le sujet était prié de noter la clarté de ses souvenirs suivant une échelle allant de 3 + à 1 +.

L'étude porte sur 12 sujets et 121 réveils et souvenirs de rêve. Ce n'est qu'à la fin de cette série que les descriptions de l'interrogateur et le tracé E.O.G. furent comparés et jugés suivant une échelle de correspondance :

- Bon : Jugement exact ou à peu près de l'E.O.G.
- Moyen : Correspondance en gros entre les deux.
- Mauvais : Correspondance fragmentaire ou pas de correspondance entre le jugement et l'E.O.G.

L'exemple suivant explicitera mieux ces expériences. (Exemple tiré de l'article de DEMENT « Eye movements during sleep » (1964) avec la permission de l'auteur.

— Sujet (S).

Juste avant la fin du rêve, je montais les escaliers de derrière d'une vieille maison. J'étais suivie par le danseur espagnol Escudero contre qui j'étais en colère et je refusais de le regarder ou de lui parler. Je montais les escaliers comme une danseuse, la tête haute, et je regardais vers le haut à chaque marche.

— Interrogateur (I).

I. - Combien y avait-il de marches?

S. - 5 ou 6. J'arrivais en haut des escaliers et j'allais marcher jusqu'à un groupe qui se trouvait en face de moi pour commencer à danser lorsque j'ai entendu la sonnerie.

I. - Avez-vous regardé les gens autour de vous?

S. - Je ne crois pas, il me semble que je regardais juste en face de moi, les gens de l'autre côté de la pièce, lorsque je me suis réveillée.

Jugement de l'interrogateur.

Il devrait y avoir une série de 5 mouvements verticaux vers le haut correspondant à la montée des escaliers la tête haute. Ensuite il devrait y avoir quelques secondes avec peu de mouvements mis à part quelques très petits mouvements horizontaux.

Enregistrement E.O.G.

L'enregistrement E.O.G. correspondant est reproduit figure 21. On peut voir que le jugement décrit à peu près exactement les séquences et la direction des mouvements des yeux enregistrés.

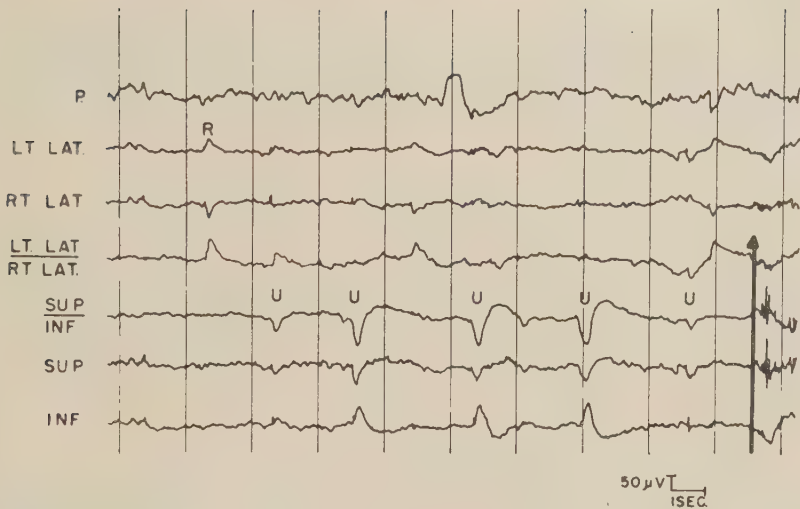


Fig. 21. — Enregistrement correspondant au souvenir de rêve et aux jugements rapportés.

P. Enregistrement en monopolaire de l'activité E.E.G. pariétale.

LT.LAT. Enregistrement en monopolaire au niveau de l'angle externe de l'orbite gauche. L'électrode de référence se trouve sur le lobule de l'oreille.

RT.LAT. Enregistrement en monopolaire au niveau de l'angle externe de l'orbite droite.

LT.LAT./RT.LAT. Dérivation entre les deux électrodes externes.

SUP/INF. Dérivation entre électrode supérieure et inférieure.

SUP. Enregistrement en monopolaire au niveau de l'électrode orbitaire supérieure.

INF. Enregistrement en monopolaire au niveau de l'électrode orbitaire inférieure.

Cette série de dérivations plutôt compliquées était utilisée pour permettre une facile différenciation entre artéfacts et potentiels dus aux mouvements oculaires.

La flèche verticale indique le début de la sonnerie de réveil. Les U indiquent la série de mouvements verticaux vers le haut prévus par l'interrogateur, et il y a quelques mouvements horizontaux juste avant la sonnerie.

(D'après ROFFWARG H. et MUZIO J. Résultats non publiés).

Nous remercions le Professeur W. DEMENT qui nous a permis d'utiliser cette figure extraite de son article « Eye movements during sleep » in « The Oculomotor System ».

L'auteur précise toutefois que la tâche de l'expérimentateur surveillant le tracé était de sélectionner, pour les réveils, des séries de mouvements pas trop complexes, afin que l'interrogateur puisse retrouver les diverses composantes sans trop de difficultés, mais assez compliquées toutefois pour qu'un jugement précis soit extrêmement improbable par le hasard.

Sur les 77 souvenirs de rêve notés à 3 +, la correspondance entre le tracé et la prévision fut bonne dans 80,7 % des cas.

La conclusion que les M.R.Y. sont en relation significative avec les événements hallucinatoires du rêve, par opposition avec des

décharges motrices non organisées est, pour les auteurs, évidente. Les expérimentateurs concluent même que les résultats suggèrent une relation coup pour coup entre les M.R.Y. et les images de rêve, comme si le rêveur regardait et faisait exactement la même chose qu'à l'éveil.

Un autre argument que l'on peut considérer comme étant en faveur de la relation entre imagerie visuelle et M.R.Y. est dû aux études de BERGER et al. (1961). Ces auteurs n'ont pas retrouvé de M.R.Y. de S.P. chez trois aveugles congénitaux, mais, par contre ils en ont trouvé chez un sujet aveugle simplement depuis 10 ans.

— Critique de ces expériences.

Il est toujours plus facile de critiquer une expérience que de la réaliser, mais, puisqu'elles semblent amener des preuves irréfutables, les expériences de DEMENT méritent un certain nombre de remarques et de questions.

Tout d'abord, et il pourrait difficilement en être autrement, ces expériences sont basées sur des souvenirs et des jugements subjectifs. Pour qui a pratiqué les réveils en cours de S.P., la difficulté qu'ont les sujets à se souvenir de leurs rêves est un fait bien connu. Une première critique, mineure, est donc due à la relation entre les expérimentateurs et les sujets, lesquels savaient ce que l'on attendait d'eux. De plus, étant réveillés souvent au cours des rêves, il faut se demander jusqu'à quel point il ne s'agissait pas, par un conditionnement très possible (qui dit conscience du rêve dit également conscience de son interruption), de mouvements oculaires dans un état très voisin du rêve, d'élaborations imaginatives dans un état semi-éveillé.

Si l'on se base sur l'exemple présenté, la montée des marches jugée d'après le tracé, s'avère extrêmement lente, certainement plus lente qu'elle ne l'aurait été à l'éveil.

Un fait beaucoup plus important est le suivant : quel est le plan de référence d'un sujet couché (dans n'importe quelle position)? Quelle est la structure tridimensionnelle de son espace? est-elle fonction du plan de la pièce (plan horizontal donné par le corps), ou des données vestibulaires.

Si elle est fonction du plan de la pièce, pour un sujet couché sur le côté, un mouvement vers la droite sera en fait enregistré comme un mouvement vertical, et un mouvement vertical, dans le plan de référence, sera enregistré comme étant un mouvement horizontal.

Cette supposition peut paraître peu sérieuse, mais examinons la seconde.

Cette deuxième possibilité est que le plan de référence soit donné par les informations vestibulaires, ce qui nécessite une connaissance proprioceptive de la verticalité et de l'horizontalité. Or, pendant le S.P., il ne semble pas exister de proprioceptivité : il est en effet possible de déplacer le membre d'un sujet sans qu'il s'en rende compte, sans que cela le réveille, aussi bien chez l'homme que chez l'animal. De plus, le caractère ataxique des M.R.Y. tend à prouver l'absence de contrôle proprioceptif.

Notre dernière critique naît de ce que dit l'auteur lui-même : les sujets n'ont pas été réveillés après les bouffées de M.R.Y., et nous avons vu que ces bouffées sont les éléments caractéristiques de la motricité oculaire du S.P. On peut donc se demander jusqu'à quel point il est possible de parler de la relation des M.R.Y. de S.P. avec l'imagerie visuelle onirique.

Il faut reconnaître toutefois que ces expériences sont très élégantes et apportent les seuls arguments valables sur cette relation entre M.R.Y. et imagerie visuelle onirique.

Parmi les arguments indirects, ceux apportés par BERGER, OLLEY et OSWALD concernant les aveugles nés sont les plus marquantes, mais il semble difficile de se baser sur ces données pour tirer des conclusions définitives sur le rapport M.R.Y./Imagerie onirique.

Que les aveugles-nés ne présentent, au cours des phases de S.P. ni M.R.Y. ni souvenirs de rêves visuels peut incliner, il est vrai, à penser que l'un est la cause de l'autre.

En fait, cela serait certainement très valable s'il n'était bien connu qu'une partie du système nerveux qui ne fonctionne pas perd ses facultés spécifiques. Nous n'en voulons pour preuve que les données de la clinique : des sujets opérés tardivement de

cataracte congénitale n'ont, après l'intervention, que des données visuelles très vagues, ressemblant en gros au mode perceptif des sujets atteints de cécité corticale au stade 2 de POTZL.

D'autres données en effet se portent en faux contre cette interprétation en faveur de la relation M.R.Y. - Imagerie visuelle onirique que l'on pourrait tirer de ces expériences.

AMADEO et GOMEZ (1964), après une étude portant sur 8 sujets aveugles-nés, concluent : « Ce que nous avons trouvé démontre clairement, du moins le pensons nous, que les phases de S.P. ne sont pas nécessairement accompagnées de sensations visuelles. Nous devons ajouter qu'il nous semble difficile de soutenir l'hypothèse de KLEITMAN et DEMENT, puisque nos sujets, qui présentaient des M.R.Y. au cours des phases de S.P., ne pouvaient réaliser que très peu ou pas de mouvements au cours de l'éveil, de manière volontaire. Il est difficile de concevoir qu'ils remuaient, au cours du S.P., leurs yeux en réponse à des scènes visuelles oniriques. »

Sur les 8 sujets enregistrés, un seul n'avait pas présenté de M.R.Y. au cours d'un tracé nocturne où les artéfacts étaient nombreux, le sujet, un enfant, n'ayant pratiquement pas dormi.

Que le système visuel ne soit pas mis en jeu au cours des phases de S.P. chez des aveugles nés n'a donc rien d'étonnant en soi, puisque ces sujets ignorent le mode perceptif visuel. Que le système oculomoteur ne le soit pas non plus pourrait poser davantage de problèmes, mais les résultats de AMADEO et GOMEZ semblent infirmer ceux de BERGER et al. (1961).

Ces deux séries d'expériences sont les seules à mettre en rapport les M.R.Y. et l'imagerie visuelle onirique de manière relativement précise. Cette idée était séduisante et semblait logique, elle fut même le point de départ de nos recherches qui, malheureusement, ne semblent pas être en faveur d'une telle relation, quand bien même nous avons vu qu'il peut y avoir des mouvements oculaires sans perception.

II. - ARGUMENTS CONTRE CETTE RELATION

A. - CHEZ L'HOMME.

1. - Arguments ontogénétiques.

Nous avons dit, en discutant les résultats de BERGER et col. que l'absence de perception visuelle ne pouvait être tenue pour responsable de l'absence de M.R.Y. au cours du S.P.

En effet, une étude récente de ROFFWARG et al. (1964) portant sur le sommeil du nouveau-né humain, de 1 à 5 jours, montre la présence de M.R.Y. au cours du S.P., les M.R.Y. paraissant même plus nombreux que chez l'adulte. Or nous savons qu'à la naissance la rétine est immature et ne peut donc transmettre d'informations visuelles.

2. - Arguments donnés par la pathologie.

La présence de M.R.Y. au cours du S.P. chez des sujets présentant des syndromes de décortication et de décérébration (PELLIN (1960) - D. JOUVET (1962) avec absence totale ou quasi totale de perceptivité, absence de mouvements oculaires à l'éveil, laisse déjà planer un doute sur « l'observation » au cours du rêve.

Il en est de même de la présence de M.R.Y. chez des sujets présentant une cécité corticale et un syndrome de GORDON-HOLMES (MICHEL et al., 1964) avec impossibilité de diriger le regard à la commande verbale, fixité importante du regard dans le comportement habituel.

Il revient alors difficile d'envisager qu'un sujet, incapable de réaliser des mouvements d'observation lorsqu'il est éveillé puisse les réaliser au cours du S.P., et surtout que ces mouvements soient assimilés exactement à des mouvements d'observation.

3. - Arguments expérimentaux chez l'homme.

Nous avons vu qu'il existait une différence statistique de vitesse entre les mouvements enregistrés au cours de l'éveil et du S.P., les « patterns » eux-mêmes étaient différents, et qu'il en était de même pour le comportement des muscles extrinsèques de l'œil.

Nous avons vu également que ces M.R.Y. du S.P. répondaient à une véritable loi de distribution dont la rigueur semble bien loin de la fantaisie du rêve.

Que, enfin, la pauvreté des mouvements de remémoration était difficilement en faveur d'une imagerie onirique responsable des M.R.Y.

B. - CHEZ L'ANIMAL.

De l'ensemble de nos résultats ce sont ceux obtenus chez l'animal qui, une fois admise la similitude entre M.R.Y. du chat et de l'homme, nous semblent infirmer le plus l'hypothèse d'une relation entre l'imagerie et les M.R.Y.

1. - Chez l'animal normal, nous avons montré sur un tableau les différences importantes existant entre les M.R.Y. et les mouvements d'observation. Ces différences n'étant évidemment pas en faveur de mouvements d'observation des événements du rêve. Ces différences s'élevant en faux contre les assertions des auteurs affirmant leur similitude.

2. - Les modifications des M.R.Y. de S.P. sans modification des M.Y. d'éveil et sans modification de l'activité électrique cérébrale font également douter d'une telle relation image-mouvement.

3. - Les effets des lésions parlent d'eux-mêmes et il n'est point besoin de s'étendre longuement sur chacune pour comprendre que les relations entre M.R.Y. et imagerie onirique sont très difficiles à accepter, en particulier chez l'animal pontique, **et chez le chaton nouveau-né** (VALATX, 1963).

A ceci l'on peut répliquer que cet animal ne présente que peu ou pas de bouffées, bouffées que nous avons définies comme caractéristiques des M.R.Y. du S.P. Cet argument tendrait donc à vouloir réduire les rapports des M.R.Y. et de l'imagerie onirique aux seules bouffées... et dénier toute valeur aux expériences de DEMENT qui portent uniquement sur les mouvements « isolés », mouvements pour lesquels, nous l'avons vu, le cortex ne joue aucun rôle.

Un des arguments majeurs à nous opposer est l'incertitude que nous avons sur l'activité onirique de l'animal. Opposer cet argu-

ment serait donc admettre que les M.R.Y. n'ont rien à voir avec l'imagerie visuelle onirique.

Conclusion.

Les M.R.Y. n'étant ni la conséquence, ni la cause (les sujets ayant subi des exentérations orbitaires continuent d'avoir une activité onirique), de l'activité onirique, leur signification devient un problème purement neurophysiologique.

D'après nos expériences, il convient de se demander si une trop grande importance par rapport aux autres phénomènes du S.P. ne leur avait été accordée. Il nous semblerait plus logique de les ramener au même plan que l'activation corticale, l'atonie musculaire, les variations cardio-respiratoires, qui sont sous la dépendance du S.P.

Des décharges se produisent sur de nombreux muscles, les globes oculaires dont l'inertie est minime, répondent à ces décharges sous forme de mouvements lesquels seront forcément plus proches de ceux de l'éveil que les mouvements rencontrés au niveau des autres groupes musculaires (interosseux et lombricaux en particulier).

Ces M.R.Y. s'intègrent donc dans un mode de fonctionnement particulier du système nerveux et du système musculaire, et leur signification nous échappera aussi longtemps que nous échappera celle du Sommeil Paradoxal.

RÉSUMÉ

Nous nous sommes proposés dans cette thèse d'étudier les structures et certains des mécanismes des mouvements oculaires rapides se produisant au cours des phases de Sommeil Paradoxal. Après un bref historique nous exposons :

I. - **La méthode utilisée** pour l'enregistrement des mouvements oculaires qui est la méthode électrooculographique basée sur l'existence du potentiel cornéo-rétinien.

II. - **Les résultats expérimentaux.**

Chez le chat normal, l'état de sommeil paradoxal est caractérisé par une activité rapide corticale, une hypotonie, des mouvements des vibrisses, des pattes, et les mouvements rapides des yeux.

Notre étude, réalisée chez l'animal implanté chroniquement met en évidence :

- les différences existant entre mouvements oculaires d'éveil et de sommeil paradoxal quant à leurs vitesses, leurs « patterns », leurs structures et certains de leurs mécanismes :

- la vitesse des mouvements rapides des yeux du sommeil paradoxal est moins grande que celle des mouvements des yeux d'observation.

- divers indices ont été utilisés qui font ressortir la caractéristique essentielle des mouvements rapides des yeux du sommeil paradoxal : leur tendance à se grouper en bouffées, spécifiques du sommeil paradoxal.

- contrairement aux mouvements oculaires d'éveil dont la mise en jeu est corticale, la mise en jeu des mouvements rapides des yeux du sommeil paradoxal est pontique.

- la zone de complexification se situe dans la région colliculo-mésencéphalique.

— cette zone est sous la dépendance de la mise en jeu pontique et des influences corticales : frontale inhibitrice et occipitale facilitatrice.

— parmi les mécanismes des mouvements rapides des yeux du sommeil paradoxal, certains pourraient être cholinergiques ainsi que tendent à le prouver les résultats après injection d'agents anticholinergiques et anticholinestérasiques.

— les différences d'activité des muscles extrinsèques de l'œil au cours de l'éveil et du sommeil paradoxal sont rapportées.

— les différences d'activités corticale et sous-corticale sont étudiées, en particulier la présence de « pointes » monophasiques le long des voies visuelles et oculomotrices.

III. - Chez l'homme.

— L'activité oculomotrice a été étudiée au cours de phases de sommeil paradoxal survenant au cours d'enregistrements nocturnes.

— Les mouvements oculaires d'éveil et de remémoration se sont avérés différents des mouvements rapides des yeux du sommeil paradoxal tant dans leurs vitesses que dans leurs « patterns ».

— Un mode de groupement particulier des mouvements rapides des yeux du sommeil paradoxal est mis en évidence, qui est semblable à celui trouvé chez l'animal.

— Les mouvements rapides des yeux du sommeil paradoxal ont été également étudiés chez des sujets porteurs de lésions chroniques du système nerveux. La persistance de l'activité oculomotrice du sommeil paradoxal contrastant chez ces sujets avec la pauvreté ou la disparition de l'activité oculomotrice d'éveil.

IV. - La similitude entre mouvements rapides des yeux du chat et de l'homme semble pouvoir être établie à la lumière de l'ensemble de nos résultats.

V. — La signification des mouvements rapides des yeux est discutée en fonction de nos résultats qui tendent à infirmer toute relation point par point entre l'imagerie visuelle onirique et les mouvements rapides des yeux.

CONCLUSIONS

Les caractéristiques, les structures et certains mécanismes responsables des mouvements rapides des yeux (M.R.Y.) au cours de l'état de sommeil avec activité corticale rapide et abolition du tonus musculaire (Sommeil Paradoxal) ont été étudiés chez le chat implanté chroniquement.

Cette étude révèle et analyse les différences entre les mouvements oculaires du Sommeil Paradoxal et les mouvements oculaires d'observation : en effet, outre les structures et les mécanismes, les activités électroencéphalographique et musculaire des muscles extrinsèques qui les accompagnent sont différentes.

Une organisation et une mise en jeu des mouvements oculaires du S.P. différentes de celles admises à l'éveil ressortent de nos résultats.

— L'organisation du système responsable des pointes monophasiques enregistrées le long des voies oculomotrices et visuelles pendant le S.P. est décrite et discutée.

— Ces mêmes M.R.Y. ont été étudiés chez l'homme normal et porteur de lésions du système nerveux, les différences entre M.R.Y. du S.P. et mouvements d'observation mises en évidence.

— L'identité des M.R.Y. du S.P. chez l'homme et le chat est discutée.

— L'ensemble de nos résultats ne semble pas en faveur d'une relation entre M.R.Y. et imagerie visuelle onirique.

Vu et approuvé :

Le Doyen,
J.F. CIER

Le Président de la Thèse,
J.F. CIER

Vu et Permis d'imprimer.

LYON, le 20 Novembre 1964

Le Recteur, Président du Conseil de l'Université,

P. LOUIS.

BIBLIOGRAPHIE

- ALTMAN J. et CARPENTER M.B. — Fiber projections of the superior colliculus in the cat. *J. Comp. Neurol.*, 1961, 116 : 157-178.
- ARDUINI A. — Influence of Visual Deafferentation and of continuous retinal Illumination on the Excitability of Geniculate neurons. In « The Visual System, Neurophysiology and Psychophysics » Symposium Freiburg, 1961, Jung Editeur, 117-125.
- ARDUINI A., BERLUCCHI G. et STRATA P. — Pyramidal activity during sleep and wakefulness. *Arch. Ital. Biol.*, 1963, 101 : 530-544.
- ASCHAN G. — Nystagmography in vestibular work. *Confin. Neurol.*, 1960, 20 : 248-258.
- ASERINSKY E. et KLEITMAN N. — Regularly occurring periods of eye motility during sleep. *Science*, 1953, 118 : 273-274.
- ASERINSKY E. et KLEITMAN N. — A motility cycle in sleeping infants as manifested by ocular and gross bodily activity. *J. Appl. Physiol.*, 1955, 8 : 11-18.
- BERESFORD W.A. — Fiber degeneration following lesions of the visual cortex of the cat. In « Symposium on the Visual System », Jung editeur, Berlin, 1961, 247-255.
- BERGER H. — Über das Elektroenkephalogramm des Menschen. *Arch. Psychiat. Nervenkr.*, 1929, 87 : 527-570.
- BERGER R.J., OLLEY P. et OSWALD I. — The E.E.G., eye-movements and dreams of the blind. *Quarterly J. Exp. Psychol.*, 1962 : 14 : 183-186.
- BIZZI E. et BROOKS D.C. — Functional connections between pontine reticular formation and lateral geniculate nucleus during deep sleep. *Arch. Ital. Biol.*, 1963, 101 : 666-681.

- BIZZI E., POMPEIANO O. et SOMOGYI I. — Spontaneous activity of single vestibular neurons of unrestrained cats during sleep and wakefulness. *Arch. Ital. Biol.*, 1964, 102 : 309-330.
- BLAKE H. et GERARD R.W. — Brain potentials during sleep. *Amer. J. Physiol.*, 1937, 119 : 692-703.
- BLAKE H., GERARD R.W. et KLEITMAN N. — Factors influencing brain potentials during sleep. *J. Neurophysiol.*, 1939, 2 : 48-60.
- BONIN G. von, GAROL H.W. et MAC CULLOCH W.S. — The functional organization of the occipital lobe. *Biol. Sympos.*, 1942, 7 : 165-192.
- BRADLEY P.B. et ELKES J. — The effect of Atropine, hyosciamine, physostigmine and neostigmine on the electrical activity of the brain of the conscious cat. *J. Physiol.*, 1953, 120 : 14-15.
- BROOKS D.C. et BIZZI E. — Brain stem electrical activity during deep sleep. *Arch. Ital. Biol.*, 1963, 101 : 648-666.
- CARPENTER M.B., MAC MASTERS R.E. et HANNA G.R. — Disturbances of conjugate horizontal eye-movements in the monkey. *Arch. Neurol.*, Chicago, 1963, 8 : 231-247.
- CROSBY E.C. — Relation of brain centers to normal and abnormal eye-movements in the horizontal plane. *J. of Comp. Neurol.*, 1953, 99 : 437-480.
- CROSBY E.C. — Physiologie de certaines fonctions occipitales. In « *Grandes Activités du Lobe Occipital* ». *Activités Neurophysiol.*, T. Alajouanine Editeur, 1960, Masson. Paris.
- CROSBY E.C. et HENDERSON J.W. — The mammalian midbrain and Colliculus. B. Pathways concerned in automatic eye-movements. *J. Comp. Neurol.*, 1948, 88 : 53-91.
- DEMENT W.C. — Dream recall and eye-movements during sleep in schizophrenics and normals. *J. Nerv. and Ment. Dis.*, 1955, 122 : 263-269.
- DEMENT W.C. — The occurrence of low voltage, fast electroencephalogram patterns during behavioral sleep in the cat. *E.E.G. clin. Neurophysiol.*, 1958, 10 : 291-296.
- DEMENT W.C. Eye-movements during sleep. In Bender M.B. (Edit.) « *The Oculomotor System* ». Harper and Row. New-York, 1964.
- DEMENT W.C. et KLEITMAN N. — Cyclic variations in E.E.G. during sleep and their relation to eye-movements, body motility and dreaming. *E.E.G. clin. Neurophysiol.*, 1957, 9 : 673-690.

- DETONI G. — I movimenti pendolari dei bulbi oculari dei bambini durante il sonno fisiologico, ed in alcuni stati morbosi. *Pediatrics*, 1933, 41 : 489-498.
- DITCHBURN R.W. et GINSBORG B.L. — Involuntary eye-movements during fixation. *J. Physiol.*, 1953, 1, 119.
- DUBOIS-REYMOND E. — Untersuchungen über thierische Elektrizität. Berlin, 1849.
- ELIASSON S.G., HYDE J.E. et BACHYRITA P. — Effect of intravenous thiopental on spontaneous and evoked eye-movements. *Am. J. Physiol.*, 1957, 191 : 203-208.
- ESCOBAR A., GUZMAN-FLORES C. et ALCARAZ M. — Conexiones de la corteza visual con el tronco cerebral. Estudio anatomico en el gato. *Bol. Inst. Estud. Med. Biol. Mex.*, 1963, 21 : 93-104.
- EVARTS E.V. — Effects of sleep and waking on spontaneous and evoked discharge of single units in visual cortex. *Fed. Proc.*, 1960, 19 : 828-837.
- FAULKNER R.F. et HYDE J.E. — Coordinated eye and body movements evoked by stimulation of brain stem in decerebrate cats. *J. Neurophysiol.*, 1958, 21 : 171-182.
- GASTAUT H. et ALVIM-COSTA P. — Mécanismes des potentiels occipitaux évoqués par les mouvements saccadés des yeux. *Acta Physiol. Pharmacol. Neerlandica.*, 1957, 6 : 515.
- GERNERT R. — Das Verhalten der Augen im Schlaf. Thèse Berlin, 1898, 25 pp.
- HENDERSON J.W. et CROSBY E.C. — An experimental study of optokinetic nystagmus. *Arch. Ophthal.*, 1952, 47 : 43-54.
- HOBSON J.A. — L'activité électrique phasique du cortex et du thalamus au cours du sommeil désynchronisé chez le chat. *C.R. Soc. Biol. (Paris)*, 1964. sous presse.
- HODES R. et SUSUKI J.I. — Comparative thresholds for cortico-spinal and vestibulo-spinal movements, and for reticular formation arousal in the cat, in wakefulness, sleep and periods of rapid eye-movements. *A.P.S.S. Symposium. Stanford*, 1964.
- HYDE J. — Effect of Hindbrain Lesions on Conjugate Horizontal Eye Movements in cats. *Exp. Eye. Res.*, 1962, 1 : 206-214.
- HYDE J.E. et ELIASSON S.G. — Brain stem induced eye movements in cats. *J. Comp. Neurol.*, 1957, 108 : 139-172.

- JEANNEROD M., GERIN P. et MOURET J. — Influence de l'obscurité et de l'occlusion des paupières sur le contrôle des mouvements oculaires. *Confin. Neurol.* sous presse.
- JEANNEROD M. et MOURET J. — Etude des mouvements oculaires observés chez l'homme au cours de la veille et du sommeil. *C.R. Soc. Biol. (Paris)*, 1962, 156 : 1407-1410.
- JEANNEROD M. et MOURET J. — Etude comparative des mouvements oculaires observés chez le chat au cours de la veille et du sommeil. *J. Physiol. (Paris)*, 1963, 55 : 268.
- JEANNEROD M., MOURET J. et JOUVET M. — Analyse structurale et pharmacologique des mouvements des yeux au cours de la phase paradoxale du sommeil chez le chat. *C.R. Soc. Biol. (Paris)*, 1964, 158 : 760-763.
- JEANNEROD M. et MOURET J. — Recherches sur les mécanismes des mouvements des yeux observés au cours de la veille et du sommeil. *Path. et Biol.*, 1963, 11 : 1053-1060.
- JEANNEROD M., MOURET J. et JOUVET M. — Etude de la motricité oculaire au cours de la phase paradoxale du sommeil chez le chat. *E.E.G. clin. Neurophysiol.*, sous presse.
- JOUVET D. — La phase rhombencéphalique du sommeil. Ses rapports avec l'activité onirique. Thèse de Médecine, Lyon, 1962 (dactyl).
- JOUVET D., VIMONT P., DELORME F. et JOUVET M. — Etude de la privation de la phase paradoxale du sommeil chez le chat. *C.R. Soc. Biol. (Paris)*, 1964. Sous presse.
- JOUVET M. — Recherches sur les structures nerveuses et les mécanismes responsables des différentes phases du sommeil physiologique. *Arch. Ital. Biol.*, 1962, 100 : 125-206.
- JOUVET M. — Etude de la dualité des états de sommeil et des mécanismes de la phase paradoxale. In « Aspects anatomo-fonctionnels de la physiologie du sommeil » Symposium du C.N.R.S., Lyon, 1964. Jouvét M., éditeur (sous presse).
- JOUVET M., CIER A., MOUNIER D. et VALATX J.L. — Effet du 4-Butyrolactone et du 4-Hydroxybutyrate de Sodium sur l'E.E.G. et le comportement du chat. *C.R. Soc. Biol. (Paris)*, 1961, 155 : 1313-1316.
- JOUVET M. et MICHEL F. — Mise en évidence d'un centre hypnique au niveau du rhombencéphale chez le chat. *C. R. Acad. Sci., Paris*, 1960, 251 : 1188-1190.

- KLAUE R. — Die Bioelektrische Tätigkeit der Grosshirnrinde im normalem Schlaf und in der Narkose durch Schlafmittel. J. F. Psychol. Neurol. (Leipzig), 1937, 47 : 510-531.
- KLEIN M. — Etude polygraphique et phylogénétique des différents états de sommeil. Thèse de Médecine, Lyon, 1963. Bosc., Edit. : 101 pp.
- KRIS C. — Diurnal variation in periorbitally measured eye-potential level. (Abstr.). E.E.G. Clin. Neurophysiol., 1957, 9 : 382.
- KRIS E.C. — Corneo-fundal potential variations during light and dark-adaptation. Nature, 1958, 182 : 1027-1028.
- LOOMIS A.L., HARVEY E.N. et HOBART G. — Cerebral states during sleep as studied by human brain potentiels. J. Exp. Psychol., 1937, 21 : 127-144.
- METTLER F.A. et METTLER C.C. — The effects of striatal injury. Brain, 1942, 65 : 242-255.
- MICHEL F. — Le problème neurophysiologique du sommeil. Thèse de Médecine. Lyon, 1962 (dactyl.).
- MICHEL F., JEANNEROD M., MOURET J., RECHTSCHAFFEN A. et JOUVET M. — Sur les mécanismes de l'activité de pointes au niveau du système visuel au cours de la phase paradoxale du sommeil. C.R. Soc. Biol. (Paris), 1964, 158 : 102-106.
- MICHEL F., RECHTSCHAFFEN A. et VIMONT P. — Activité électrique des muscles oculaires extrinsèques au cours du cycle veille-sommeil. C. R. Soc. Biol., 1964, 158 : 106-109.
- MICHEL F., JEANNEROD M. et DEVIC. — Un cas de trouble de l'orientation visuelle dans les trois dimensions de l'espace (à propos du syndrome de Balint et du syndrome décrit par G. Holmes). Rev. Neurol. (Paris), 1963, 6 : 983-984.
- MIKITTEN T.H., NIEBYL P.H. et HENDLEY C.D. — E.E.G. desynchronization during behavioral sleep associated with spike discharges from the thalamus of the cat. Fed. Proc., 1961, 20 : 327.
- MOREL F. — Mouvement et Mémoire. In Introduction à la Psychiatrie Neurologique, 1948, Masson Ed. Paris.
- MOURET J. et JEANNEROD M. — Les mouvements oculaires au cours du sommeil chez l'homme. Etude quantitative. C.R. Soc. Biol., 1964, sous presse.

- MOURET J., JEANNEROD M. et JOUVET M. — Activité électrique du système visuel au cours de la phase paradoxale du sommeil chez le chat. *J. Physiol. (Paris)*, 1963, 55 : 305-306.
- MOURET J., JEANNEROD M. et JOUVET M. — Sur les mécanismes des mouvements des yeux au cours de la phase paradoxale du sommeil chez le chat. *J. Physiol. (Paris)*, 1964, sous presse.
- MOURET J., JEANNEROD M. et JOUVET M. Mise en jeu du Système Oculomoteur au cours du Sommeil. XXIV^e Réunion du Groupe Otoneuro-ophtalmologique et Neuro-Chirurgical romand, Neuchâtel, 7 et 8 Novembre 1964.
- MOWRER O.H., RUSH T.C. et MILLER N.E. — The corneo-retinal potential difference as the basis of the galvanometric method of recording eye-movements. *Am. J. of Physiol.*, 1935, 114 : 423-428.
- NOELL W. — Studies on the electrophysiology and the metabolism of the retina. School Aviation Med. Proj. No. 21-1204-0004, Rep. No 1, 1953.
- PASIK P. et PASIK T. — Oculomotor function in monkeys with lesions of the cerebrum and the superior colliculi. In « The Oculomotor System » Bender, M.B. (Ed.). Harper and Row, New-York, 1964, pp. 40-80.
- PELLIN B. — Sommeils et comas : Etude polygraphique des différentes phases du sommeil dans les troubles de conscience chroniques. Thèse de Médecine. Lyon, 1960, 105 pp.
- PETERSON E.W. et HENNEMAN E. — Cortico-collicular connections in the macaque. *Tr. Am. Neurol. A.*, 1948, 73 : 119-122.
- PIETRUSKY F. — Das Verhalten der Augen im Schlafen. *Klin. Augenh.*, 1922, 68 : 355-360.
- RAEHLMANN E. et WITKOWSKI L. — Ueber atypische Augenbewegungen. *Arch. Anat. u. Physiol., Physiol. Abteil.*, 1877, 454-471.
- RICHTER H.R. et PFALTZ C.R. — La haute sensibilité en nystagmographie clinique. *Confin. Neurol.*, 1960, 20, 5 : 393-399.
- ROFFWARD H.P., DEMENT W.C. et FISHER C. — A sleep E.E.G.-rapid eye-movements cycle in new born infants associated with specific physiological variations.
- SCHIFFERLI P. — Enregistrement photographique de la motricité oculaire dans l'exploration, la reconnaissance et la représentation visuelle. Thèse de Médecine. Bale, 1953, S. Krager Ed.

- SHANZER S. et BENDER M.B. — Oculomotor response on vestibular stimulation of monkeys with lesions of the brain stem. *Brain*, 1959, 82 : 669-682.
- VALATX J.L. — Ontogénèse des différents états de sommeil. Etude comportementale, E.E.G. et polygraphique chez le chaton. Thèse de Médecine. Lyon. 1963. Annequin, Edit., 100 pp.
- WAGMAN I.M., KREIGER H.P. et BENDER M.B. — Eye movements elicited by surface and depth stimulation of the occipital lobe of the monkey. *J. Comp. Neurol.*, 1958, 109 : 169.
- WALBERG F. — Do the motor nuclei of the cranial nerves receive corticofugal fibres : An experimental study in the cat. *Brain*, 1957, 80 : 597-605.
- WALKER A.E. et WEAVER T.A. — Ocular movements from the occipital lobe in monkey. *J. Neurophysiol.*, 1940, 3 : 353-357.
- WILKER A. — Pharmacologic dissociation of behaviour and E.E.G. « sleep-patterns » in dogs : Morphine, N. allylmorphine, and Atropine. *Proc. Soc. Exp. Biol. New-York.*, 1952, 79 : 262-265.
-

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	19
La méthode électrique d'enregistrement des mouvements oculaires	25
CHAPITRE PREMIER. — Expérimentation animale	27
Matériel et méthodes	27
L'animal normal	33
Comparaison entre les activités oculomotrices et électriques d'éveil et de S.P. chez l'animal normal	45
Modifications chez l'animal normal	46
Effets des lésions	51
Point d'impact des substances pharmaco-dynamiques	61
Conclusion : structures spécifiques des M.R.Y. du S.P.	63
Organisation des structures impliquées dans les M.R.Y. du S.P.	64
Le problème des phénomènes électriques phasiques	70
CHAPITRE II. — Les mouvements des yeux chez l'homme	83
Matériel et méthodes	83
Sujets normaux	86
Comparaison des mouvements d'éveil de remémoration et de S.P.	94
Le M.R.Y. du sommeil paradoxal chez des sujets porteurs de lésions chroniques du système nerveux	99
CHAPITRE III. — Signification des mouvements oculaires du sommeil paradoxal : Discussion	103
Les M.R.Y. du S.P. de l'homme et du chat. Comparaison	103
Les M.R.Y. et l'imagerie visuelle onirique	104
RÉSUMÉ	115
CONCLUSIONS	117
BIBLIOGRAPHIE	119
